Naturwissenschaftliche Volksbücher

von

A. Bernstein.

Fünfte, reich illustrierte Auflage.

Durchgesehen und verbessert
von

H. Potonié und **R. Hennig.**

Sechzehnter Teil.

Berlin.
Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung.

Inhaltsverzeichnis.

Über die Größe der Erdbahn.

Die Bewegung im Sonnensystem.

I. Von der Ebene des Planetensystems.

Jeder gebildete Mensch weiß und redet auch wohl einmal davon, daß die Sonne sich um ihre Axe dreht, daß die Planeten sich um die Sonne herumbewegen, daß die Monde um die Planeten herumgehen, und dergleichen durch alle Schulbücher bereits geläufig gewordenen Dinge; wenn's aber dazu kommt, daß sie einem die Geschichte, wie sie ist, einmal klar machen sollen, so merkt man bald, daß sie das, wovon sie so geläufig reden, sich selber nicht klar gemacht haben.

Da giebt es viele, die man ganz gebildet nennen kann, denn sie lesen französische, englische Bücher, sprechen ein recht vernünftiges Deutsch, wissen etwas von der Weltgeschichte und sind überhaupt bekannt mit mannigfachen Dingen in der Welt, so daß sie ganz angenehme und auch nützliche Menschen sind. Diese Leute wissen auch viel von den Dingen, die am Himmel vorgehen, zu reden und sprechen die Sachen auch ganz richtig mit all ihren wissenschaftlichen Bezeichnungen aus. Wenn man ihnen aber einmal auf den Zahn fühlt, so sieht man zu seinem Erstaunen, daß sie gerade in der Astronomie über die allereinfachsten Dinge stolpern und von all dem „Herumgehen“ und „Herumdrehen“ und „Herumbewegen“ ganz kopfverdreht werden und bald eingestehen müssen, daß sie sich von all dem keine rechte Vorstellung machen können.

Ich hatte einmal einen solchen gebildeten Menschen vor mir, der mir über eine halbe Stunde lang in den schulgerechtesten Ausdrücken von der Bewegung der Erde um die Sonne sprach, und mich dann endlich über einige Dinge um Aufschluß bat, aus denen mir erst klar wurde, daß er ganz verkehrte Vorstellungen von den Dingen hatte und sich einbildete, die Sonne hänge im Raume oben, so wie ein Kronleuchter oben in der Mitte der Stube und die Erde laufe tief unter ihr im Kreis herum, etwa so wie eine Kugel auf dem Fußboden der Stube.

Aus solchen und ähnlichen verkehrten Grundvorstellungen entsteht die große Verwirrung über diese Dinge in selbst ganz guten Köpfen; und es thut not, die Sache einmal so klar und anschaulich wie möglich zu machen.

Wenn Du, mein lieber Leser, auch zu denen gehörst, die sich das Ding nicht recht klar vorstellen können, so will ich es mit Dir so machen, wie ich es mit jenem Manne machte, der sich die Sonne wie einen Kronleuchter dachte, um den sich die Planeten in immer weiter und tiefer nach unten liegenden Kreisen herumbewegen. Denn es gelang mir, ihm die Sache in sehr kurzer Zeit recht klar zu machen.

Ich fragte ihn: Sagen Sie mir einmal, wenn es z. B. dem lieben Gott heute einfiele, die Sonne und sämtliche Planeten und deren Monde, ohne diese in ihrem Lauf zu stören, in eine recht passende Kiste einzupacken, was für eine Form müßte wohl diese Kiste haben?

Nach einigem Nachdenken kam es denn heraus, daß sein Sonnensystem, wie er sich dies im Kopfe vorstellte, in eine Kiste passen würde, die gebaut wäre wie eine Tüte für einen Hut Zucker. Nämlich oben an der Spitze, wo der Zucker bekanntlich recht hart ist, da müßte die Sonne sein, ein Stückchen weiter herunter, wo der Umfang schon etwas größer wird, da liefe der erste Planet Merkur, weiter nach unten, wo der Kreis noch

größer ist, liefe Venus, noch weiter abwärts in einem größern Kreis machte die Erde ihre Runde und dann so fort, bis denn endlich die große Zuckertüte fertig dastand.

Als ich ihn so weit gebracht hatte, da sagte ich ihm: „Nun mein Lieber, das ist ganz und gar falsch! Wenn der liebe Gott das Sonnensystem verpacken will, ohne es im Gange zu stören, so wird er dazu eine sehr breite, aber recht flache Schnupftabaksdose wählen.“

Und glaube mir, mein lieber Leser, ich erzähle Dir eine wahre Thatsache: durch diesen Scherz gelang es mir, jenem Manne zum erstenmal in seinem Leben die richtige Anschauung des Dinges, wie es ist, zu geben, und nachdem er einmal den richtigen Anfang der Sache hatte, wurde es ihm leicht, sich so weit einen richtigen Überblick zu verschaffen, wie ihn jeder vernünftige Mensch haben soll. —

Und wahr ist es, das Sonnensystem, das heißt: die Sonne samt sämtlichen Bahnen der Planeten und ihrer Monde paßt ganz gut hinein in eine runde Dose, die ungefähr die Form einer Schnupftabaksdose hat. Nur muß man hierbei von den Kometen absehen, denn diese machen ihren Lauf auch seitwärts nach den verschiedensten Richtungen. Die Kometen sind überhaupt Wesen, die in dem Himmelsraum etwas unordentlich herumstreichen und ganz kuriose Läufe unternehmen. Dahingegen sind Planeten und Monde sehr solide und machen ihren Umlauf in fast gleicher Richtung, in fast gleicher Ebene und in fast regelmäßigen Kreisen. —

II. Eine Vorstellung vom Sonnensystem.

Willst Du Dir nun eine richtige Vorstellung vom Sonnensystem verschaffen, so will ich es versuchen, ob ich es Dir deutlich machen kann.

Denke Dir auf Deinem Tisch eine Kugel, etwa so groß wie sie zum Billard gebraucht wird, und stelle Dir vor, daß dies die Sonne ist. Nun kannst Du Dir ein Sandkörnchen denken, etwa einen Fuß weit von jener Kugel entfernt, und dies Sandkörnchen hat die besondere Eigenschaft, daß es einen Kreis um jene Kugel beschreibt. Warum es dies thut, das mag vorerst unerörtert bleiben. Aber diesen Kreis denke Dir so, daß das Handkörnchen von der Tischplatte sich aufhebt und im Bogen hinüberschwebt, bis es grade einen Fuß hoch über der Kugel steht, dann geht es weiter und zwar abwärts im Bogen, bis es auf der andern Seite und zwar wiederum einen Fuß weit ab von der Kugel die Tischplatte erreicht. — Allein das Körnchen ist noch nicht fertig, sondern denke Dir, es hat auch die Kraft, durch die Tischplatte durchzuwandern, und nun geht es unter der Tischplatte immer einen Fuß weit von der Kugel entfernt abwärts, bis es grade unter der Kugel steht, so wie es früher über der Kugel gestanden. Nun geht es in derselben Kreisrichtung weiter und steigt wiederum aufwärts zur Tischplatte, bis es wieder durch die Tischplatte hindurch aufsteigt und grade auf dem Punkt ankommt, von wo es seinen Lauf angefangen.

Das ist nun bisher sehr einfach. Das Sandkörnchen hat einen wirklichen Kreis um die Kugel durchlaufen und hat einmal auf der einen Seite, einmal auf der andern Seite, einmal über, einmal unter der Kugel gestanden — und so macht es auch ein Planet.

Nun kommt aber das, was eigentlich viele Leute so sehr verwirrt.

Wenn sie sich nämlich einen zweiten Planeten dazu denken sollen, der etwa zweimal so weit ab von der Sonne ist, und es auch so macht, so denken sie diesen zweiten Planeten nach rechts oder links ab von dem Weg des ersten Planeten; aber das ist eben nicht der Fall. Sondern der Weg des zweiten

Planeten liegt nicht rechts und nicht links ab; sondern er liegt ganz in derselben Lage, wie der Weg des ersten Planeten.

Damit ich aber sicher bin, daß Du mich recht verstanden hast, so muß ich Dich bitten, wieder einmal zu Kugel und Sandkörnchen auf Deinem Tisch zurückzukehren. Mach Dir einmal eine grade Linie von der Kugel zum Sandkörnchen hin; diese Linie wird einen Fuß lang sein. Nun mache dieselbe grade Linie noch länger, bis sie drei Fuß lang ist und dort, wo die Linie jetzt aufhört, da denke Dir das zweite Sandkörnchen hin. Dieses zweite Sandkörnchen, mußt Du Dir wiederum denken, erhebt sich von der Tischplatte und macht eine Bewegung im Bogen, die der Bewegung des ersten Sandkörnchens ganz ähnlich ist, bis es endlich auch einmal oben über der Kugel steht. Dann geht es eben so wie jenes abwärts und dann auch durch den Tisch unten herum, bis es wieder da ankommt, wo es zuerst gelegen hat.

Nun stelle Dir einmal diese zwei Wege, die die Sandkörnchen durchlaufen haben, ordentlich vor. Der eine ist zwar viel kleiner als der andere; aber sie haben viel Gleiches mit einander. Erstens bleibt jedes Sandkörnchen, wo es sich auch befunden haben mag, stets in der Entfernung von der Kugel, die es anfangs hatte. Das eine war immer einen Fuß, das andere immer drei Fuß von der Kugel entfernt, d. h. sie haben richtige Kreise um die Kugel gemacht. Zweitens gingen beide Sandkörnchen in einer Richtung, d. h. es kam nie dazu, daß das eine dem andern unter oder über der Tischplatte begegnete, wie etwa zwei Menschen sich begegnen, wenn der eine grade dorthin geht, wo der andere herkommt. Vielmehr liefen sie immer, wenn sie sich nahe waren, nach einer und derselben Gegend hin. Endlich drittens, ihre Laufbahnen liegen nicht quer durcheinander, sondern die kleinere Bahn liegt flach in der größern drin. Das heißt: die beiden Bahnen liegen in derselben Ebene.

Nun denke Dir einmal den Tisch, worauf die Kugel liegt, ganz fort, und stelle Dir vor, daß die Kugel durch irgend welches Kunststück in der Luft schweben bleibt, und daß die Sandkörnchen sich immer im angegebenen Kreise um die Kugel herumbewegen, so hast Du eine nahe richtige Vorstellung vom Sonnensystem, in welchem die Kugel die Sonne vorstellt, und die Sandkörnchen zwei Planeten, die um dieselbe im Kreis herumlaufen.

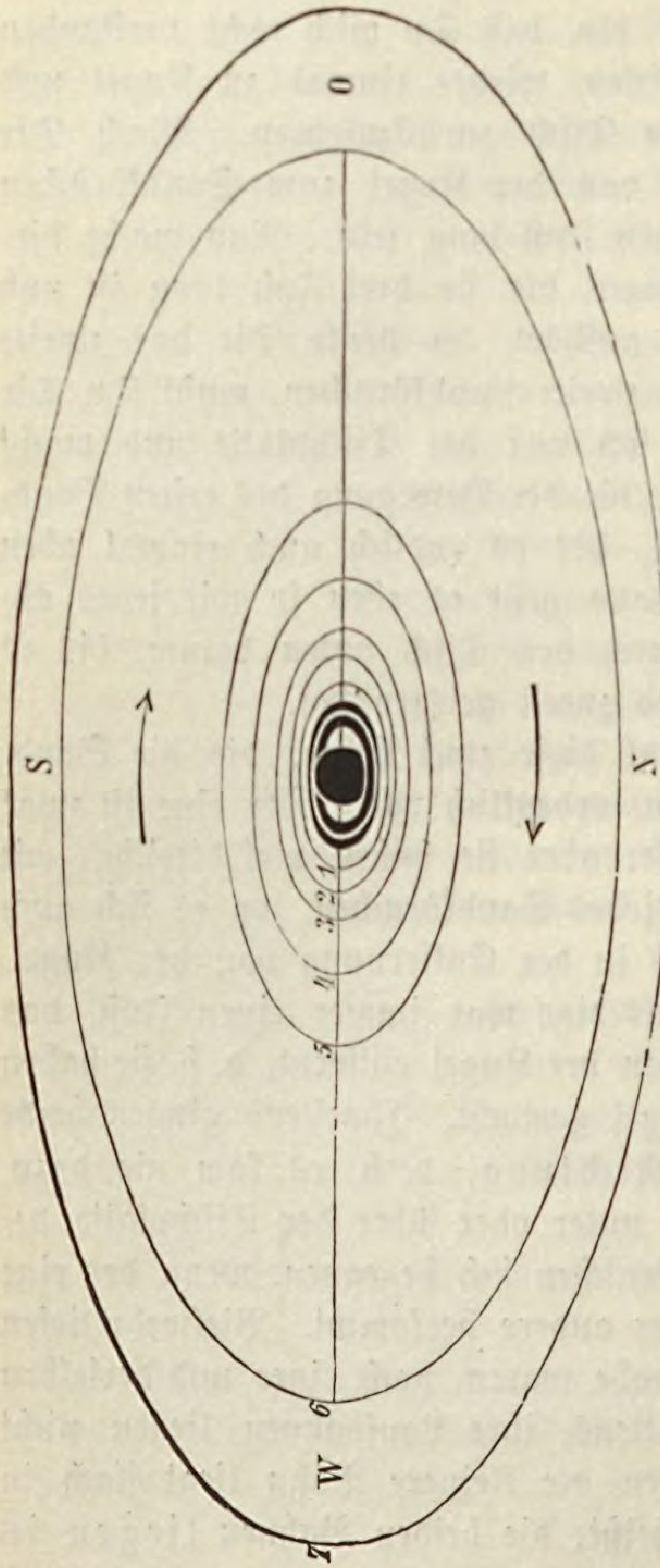


Fig. 1.

Die Fig. 1 mag Dir die Vorstellung noch etwas erleichtern, und Du wirst schon einsehen, was ich damit sagen wollte, daß dies ganze System in einer sehr flachen Dose Platz hat, die wie eine runde Tabaksdose aussieht. In der Mitte unserer Fig. 1 sehen wir die Sonne und die durch die perspektivische Zeichnung ellipsenförmig erscheinenden Kreise sind die Bahnen der Planeten.

III. Wie die Planetenbewegung uns erscheint und wie sie wirklich ist.

Zwar habe ich Dir bis jetzt nur ein Bild von der Sonne und zwei Planeten gegeben; nun weißt Du schon, und ich werde noch später darauf zurückkommen, daß es viele hundert Planeten giebt; aber ich bitte Dich, kümmere Dich vorerst nicht drum. Denn wenn Du Dir nicht vollkommen klar darüber bist, wie es um ein System von zwei Planeten aussieht, so wirst Du nur um so verworrener, wenn Du Dich mit den übrigen Planeten zugleich plagst.

Zudem brauchst Du das auch gar nicht. Denn was Du von den zwei Bahnen gesehen, das kannst Du vorerst ganz ohne Gefahr von den Bahnen aller andern Planeten annehmen. Denke Dir nur, daß die Bahnen alle Kreise seien, daß sich die Planeten alle in einer Richtung bewegen, und daß die Bahnen alle in einer Fläche liegen, und Du wirst Dir dadurch eine richtige Vorstellung verschaffen; und darauf kommt es zuerst an. — Später, dann werde ich Dir's schon sagen, daß das Alles nicht so ganz genau richtig ist; für jetzt aber bitte ich Dich, die Sache so zu nehmen, wie ich's Dir vorgestellt habe, denn das Ding wird verwickelt genug, wenn ich Dich einen kleinen Schritt weiter führe.

Für jetzt habe ich Dir das Sonnensystem in der bewußten Tabaksdose gezeigt, wo es ganz gemütlich Platz hat und im Gange bleiben kann. Um Dir nun einen Begriff davon zu geben, wie das Ding ist, und wie es uns, die wir auf der Erde leben, ganz anders *erscheint*, bin ich genötigt, Dich, mein lieber Leser, mit in die bewußte Tabaksdose einzusperren; und dadurch wird das Ding wieder etwas verworren.

Du mußt nämlich wissen, daß wir auf der Erde leben, und daß diese Erde selber ein Planet ist, und daß sie auch so

gut, wie die andern Planeten, um die Sonne läuft. Und schon das allein macht die Sache wirklich so verwickelt, daß sich unter Zehntausenden, die all das wissen, kaum einer findet, der sich daraus am wirklichen Sternenhimmel zurechtfinden kann.

Wenn wir nämlich nicht auf der Erde lebten und auch nicht auf einem andern Planeten oder der Sonne, sondern auf irgend einer Stelle seitwärts vom Sonnensysteme, so könnte man das ganze Sonnensystem den Kindern zeigen und es ihnen leichter erklären, als man ein Spielzeug erklärt. Denn so ist es einmal, wer nicht tanzt, der kann all die Paare, die in einem großen Saale herum tanzen, sehr gut übersehen, wenn er sich ein gutes Plätzchen zum Zusehen auswählt; wer aber mitten drin in den tanzenden Paaren sich bewegt, dem erscheinen die Bewegungen sehr verwickelt. Drum wissen auch unzählige Leute, die vortreffliche Bücher über die Natur lesen, weit mehr Richtiges von den Nebelsternen, von den Fixsternen, von den Doppelsternen und dergleichen, was außerhalb des Sonnensystems vorgeht, als von dem, was in dem Sonnensystem los ist.

Also nimm mir's nicht übel: Du mußt in die Tabaksdose hinein.

Aber ich will Dir ein gutes Plätzchen anweisen, damit Du Alles möglich bequem sehen kannst, was Du eigentlich zu sehen hast.

Die Erde ist von der Sonne aus gerechnet der dritte Planet, denn zuerst geht Merkur um die Sonne, dann kommt Venus und dann erst die Erde. Da aber das Ding übersichtlicher ist, wenn man nur einen Planeten betrachtet, so wollen wir uns den Planeten Merkur ganz wegdenken und annehmen, die Erde hätte zwischen sich und der Sonne nur den einzigen Planeten Venus.

Und nun setze ich Dich in die Dose und zwar auf die

Erde und mit dem Gesicht zur Sonne, so daß Du die Sonne und Venus vor Dir hast und sie mit dem Blick verfolgen kannst. Um Dir nun alle möglichen Vorteile zu bieten, will ich erstens annehmen, daß sich die Erde mit Dir gar nicht fortbewegt, zweitens magst Du Dir vorstellen, daß Du ungeniert vom Sonnenlicht in die Sonne zu sehen vermagst, und drittens, daß Du auch trotz des hellen Sonnenlichts Venus auf allen ihren Bewegungen mit dem Auge verfolgen kannst.

Nun will ich Dir nur sagen, daß Du Dich um all' das, was an den Seitenwänden vorgeht, nicht zu bekümmern brauchst, denn Du weißt ja, das Sonnensystem ist ungemein flach gebaut. Drum blicke also nur auf Venus und die Sonne, und gieb acht, was Du zu sehen bekommst.

Gewiß glaubst Du, daß Du es nun einmal recht deutlich sehen wirst, wie Venus in einem Kreis um die Sonne geht; aber es thut mir leid, Du bekommst nichts davon zu sehen.

Vor allem darfst Du nämlich nicht vergessen, daß die Erde sich nicht seitwärts nach rechts oder nach links hin von der Venus-Bahn, sondern daß sie sich hinter der Venus-Bahn befindet. Der Kreis, in dem Venus wirklich geht, steht nicht vor Dir, wie etwa der Umfang eines Rades, wenn Du neben der Droschke stehst, sondern der Kreis liegt in einer solchen Lage vor Dir, wie etwa das Rad einer Droschke, die Dir auf der Straße weit voraus ist. Wenn Du Dich weit hinter einer Droschke befindest, so erblickst Du vom Rade nur die scharfe Kante. Das runde Rad erscheint Dir in solcher Stellung nur wie ein aufrecht stehender, gerader Strich.

Um Dir das noch deutlicher zu machen, magst Du Dir vorstellen, daß irgend ein Künstler ein sehr großes Rad angefertigt hat, das ganz allein die Straße entlang laufen kann. Nimm nun an, es laufe eine große Strecke vor Dir her, und Du siehst ihm von hinten nach, so wird es Dir wie eine Stange erscheinen, die sich fortbewegt. — Freilich, wenn es

eine Wendung machen würde, um quer über die Straße von einem Bürgersteig zum andern zu laufen, dann wirst Du sofort sehen, daß dies ein Rad ist; aber sobald Du hinter dem Rade bist, oder richtiger, wenn Du Dich in der verlängerten Ebene des Rades befindest, so siehst Du statt des runden Umfanges nur einen geraden Strich.

Nun aber weißt Du schon, daß die Kreise aller Planeten in nahe einer Ebene liegen. Die Erde also ist so hinter die Venus-Bahn gestellt, daß Du ganz was anders sehen wirst, als Du Dir anfangs vorgestellt haben magst.

Jetzt könnte ich Dir also schon eher zeigen, was Du von der Erde aus erblicken würdest, wenn Du Deinen angewiesenen Platz einnimmst und Sonne und Venus vor Dir hast. Allein, nimm mir's nicht übel — ich muß Dich noch mit einem kleinen, aber wichtigen Umstand bekannt machen.

Wenn wir zwei Gegenstände auf der Erde in der Ferne sehen, so giebt es viele Merkmale, durch die wir imstande sind zu sagen, welcher von ihnen uns näher und welcher uns entfernter ist. Dahingegen können wir Gegenstände in der Luft oder gar am Sternenhimmel nicht so abschätzen. Von zwei Wölkchen, die in der Luft schweben, weiß man dem Augenmaß nach meist nicht anzugeben, welches uns näher und welches uns entfernter ist; noch weniger kann man ohne scharfsinnig erdachte Messungen wissen, welcher von zwei Himmelskörpern, die man sieht, uns näher ist.

Und nun sind wir so weit, es mit anzusehen, was Du von Deinem Sitze auf der Erde aus erblicken wirst, wenn Du Sonne und Venus vor Dir hast.

Nehmen wir an, Du beginnst Deine Beobachtung grade um die Zeit, wo ungefähr Venus zwischen der Erde und der Sonne steht, so wirst Du sehen, daß sie anfängt in die Höhe zu steigen. Nun weißt Du zwar, daß Venus Dir näher als die Sonne und daß sie in einem Kreis um die Sonne zu

gehen sich anschickt; aber mit dem Auge siehst Du davon nichts. Dir wird es vielmehr erscheinen, als ob Venus in der Sonne gesteckt hätte und nun von ihr nach oben wie ein kleiner Luftballon in die Höhe steigt. Erst schnell, dann langsamer und endlich ganz langsam, bis zuletzt Venus eine tüchtige Strecke von der Sonne ganz stille steht. Dann aber siehst Du, daß Venus sehr langsam zu sinken anfängt, dann immer schneller sinkt, bis dieser Stern wieder mit der Sonne zusammentrifft. Nun weißt Du zwar, daß sich Venus jetzt jenseits der Sonne befindet; allein Deinem Auge wird es nicht anders erscheinen, als ob Venus wirklich wieder in die Sonne hineingefallen ist, aus der sie früher hinauf stieg.

Nun aber wartest Du eine Weile, und dann wirst Du Venus wieder erblicken und zwar jetzt unter der Sonne, als ob die Sonne diesen Stern hinunterfallen ließe. Er fällt nun jetzt ganz so, wie er früher emporgestiegen ist, bis er dann anfängt, sehr langsam hinunter zu wandern, endlich hält er nach und nach wieder an, wenn er sich eben so weit unten befindet, wie er früher nach oben gestanden, und bald darauf würdest Du merken, daß er sich wieder zu heben anfängt und immer schneller auf die Sonne zu wandert, bis er richtig wieder in die Sonne hineinkehrt.

Dies Spiel wiederholt sich nun in einem fort und es wird Deinem Auge so erscheinen, als ob die Sonne mit Venus auf eine merkwürdige Art Fangeball spielt. Bald wirft sie ihn nach oben und läßt ihn wieder zu sich herabfallen, bald wirft sie ihn nach unten und zieht ihn auf wunderbare Art wieder zu sich hinauf.

Jetzt, wo Du schon weißt, daß das Ding nicht wirklich so ist, wie es erscheint, jetzt kannst Du Dir mit wenig Nachdenken die Erscheinung erklären. Venus ist in Wirklichkeit nur in einem Kreis um die Sonne gegangen und ist der Sonne niemals so nahe gekommen, wie es Dir erschienen ist.

Daher haben Jahrtausende lang die Menschen sich auch ganz falsche Vorstellungen von den Planeten gemacht. Fig. 2 zeigt Dir, wie man sich die Sache vorstellte, als man noch glaubte, die Erde sei der Mittelpunkt des Weltalls, um den



Fig. 2.

sich Sonne und Mond, Planeten und Fixsterne drehten, während Dir Fig. 3 zeigt, wie die Dinge in Wirklichkeit liegen.

Versetze Dich nun einmal in die Zeit zurück, wo die Menschen solche Vorstellungen hatten, dann wirst Du schon Respekt vor dem Manne bekommen, der zuerst auf den richtige

Gedanken kam, und dieser Mann hieß Kopernicus. (1473 bis 1543.)

Aber ich muß es Dir nur sagen, dieser Mann hatte es nicht so leicht wie Du.

Denke Dir nur, daß Kopernicus sich das Ding nicht unter so günstigen Umständen ansehen konnte, wie Du; und

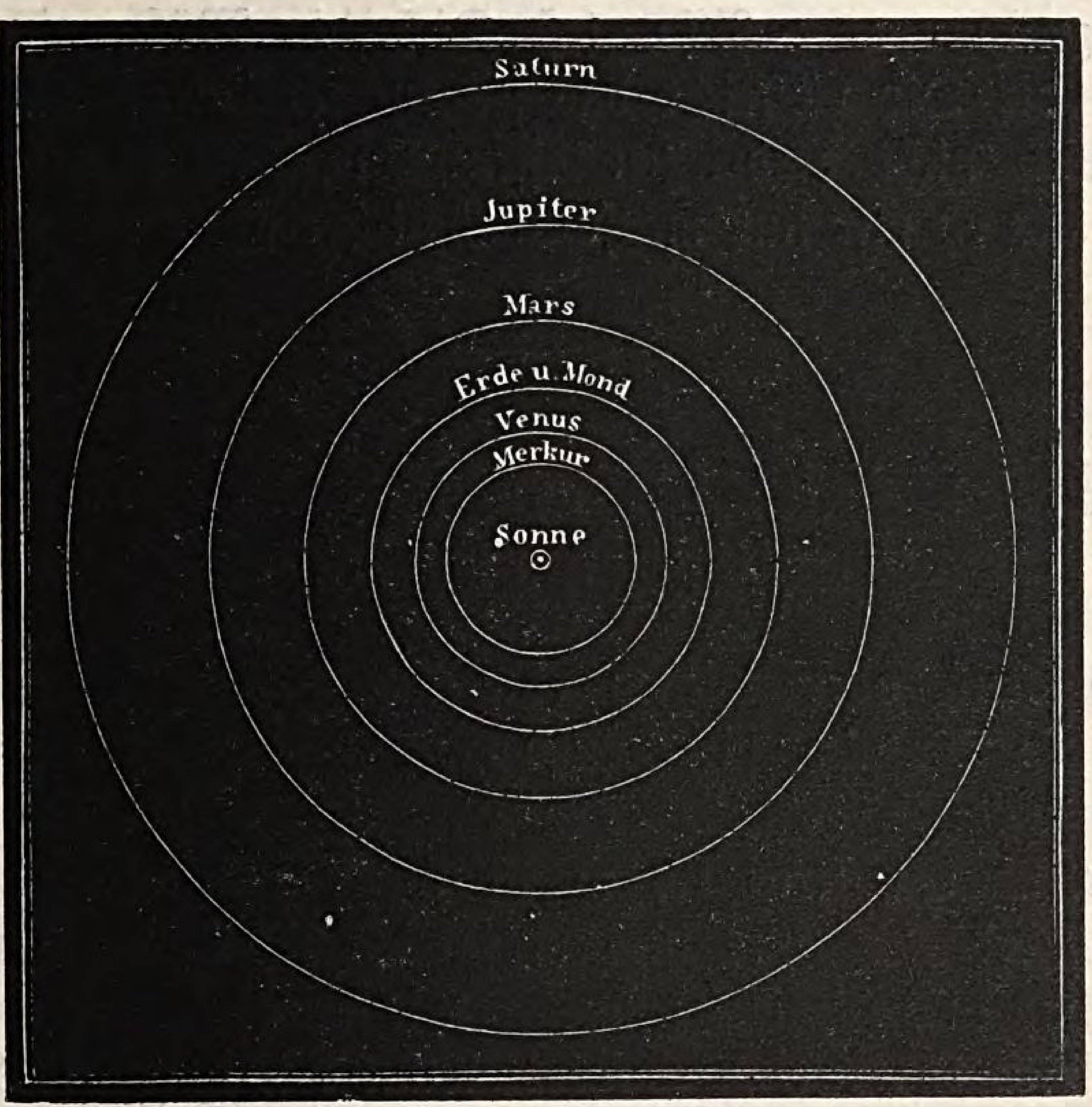


Fig. 3.

was die Hauptsache ist, kein Mensch konnte ihm zu Gefallen die Erde einstweilen stille stehen lassen, bis Venus einen solchen Umlauf gemacht hat, der eben in der Wirklichkeit 224 Tage dauert, daß also der Mann ein ganz eignes Hindernis hatte, in dem Lauf der Venus einen einfachen Kreis zu erkennen.

Wenn Du Dir ein wahres Seelenvergnügen bereiten willst, das Dich mehr amüsieren wird, als ein Dutzend Romane, so scheue nicht die Mühe, Dir die Verwirrung anzusehen, die die einfache Erscheinung des Umlaufs der Venus verursacht, wenn man sich die Erde, worauf wir ja nun einmal leben, gleichfalls in Bewegung denkt. Du wirst dadurch den Nutzen haben, Dir mannigfache Erscheinungen vom Himmel dadurch erklärlich machen zu können. — Also, laß Dich die Mühe nicht verdrießen, die Dir vielleicht das Folgende verursacht; ich will mich's auch nicht verdrießen lassen, Dir Alles so deutlich zu machen, als es mir nur menschenmöglich erscheint.

IV. Ein Beispiel für den scheinbaren Lauf des Planeten Venus.

Ich muß aber wieder eine kleine Bemerkung voranschicken, die Dir nicht viel Mühe machen, Dir aber sehr nützlich sein wird.

Der Bau unseres Auges ist so, daß Alles, was wir über uns erblicken, uns in dem großen Gewölbe vorzugehen scheint, das wir Himmel nennen. Die Wolken sind von uns zumeist keine Meile hoch entfernt, wenn wir aber des Nachts den Mond zwischen Wolken sehen, so erscheint es uns so, als ob der Mond wirklich mitten drin unter den Wolken stäke, obgleich der Mond mehr als fünfzigtausend Meilen von uns entfernt ist. Eben so erscheint es unserm Auge, als ob der Mond unter den Fixsternen herumwandelte, obgleich diese von uns so weit sind, daß wir, wenn wir in jeder Sekunde einen Sprung thun könnten, so lang wie von der Erde zum Mond, wir mehr als drei Jahre so fort springen müßten, um nur den nächsten Fixstern zu erreichen.

Gleichwohl sieht es sich so an, als ob der Mond zwischen Sternen stände, und im Altertum hat man auch die Sterne für Dingerchen betrachtet, die dem Mond des Spaßes halber beigegeben sind.

Hiernach wirst Du es auch einsehen, daß Du den Weg, den Venus in ihrem Umlauf um die Sonne macht, nicht anders als auf dem großen Hintergrund des Himmelsraumes sehen wirst, woselbst sich auch andere Sterne, die Fixsterne, befinden.

Und nun bitte ich Dich, einmal den Blick auf die umstehende Figur 4 zu richten, und nicht vor den vielen Linien zu erschrecken. Das Ding ist gar nicht so verwickelt, wie es aussieht.

Du erblickst in einem kleinen Kreis einen Punkt mit dem Buchstaben S bezeichnet, denke Dir, daß dieser Punkt die Sonne vorstellt. Um diesen Punkt siehst Du den Kreis, der mit den römischen Zahlen I II III IV gezeichnet ist. Denke Dir, dies sei die Bahn, welche Venus um die Sonne macht.

Nun erblickst Du weiter unten einen kleinen Bogen mit den Zahlen 1 bis 4. — Denke Dir, dies ist ein Stückchen von der Bahn, welche die Erde um die Sonne macht. Und endlich erblickst Du oben das Stück eines großen Kreises, woselbst die Zahlen ein wenig verworrener unter einander stehen. Dies Stück stellt den Teil des Himmelsgewölbes vor, wo man den Lauf der Venus sehen wird.

Und nun sind wir so weit, uns einmal den Lauf der Venus anzusehen, erstens wie er wirklich ist, sodann aber wie er am Himmel erscheint, wenn während ihres Umlaufs die Erde nicht stille steht, sondern auch noch ein Stück ihrer Bahn zurücklegt.

Die Bahn der Venus, wie sie wirklich ist, siehst Du in dem kleinen Kreis, der ganz regelmäßig ist. Während der

Zeit, daß Venus von I nach II und III und IV herumgeht, geht die Erde auf ihrer Bahn von 1 nach 2 nach 3 und nach 4. In Wirklichkeit also ist das alles sehr einfach und regelmäßig. Allein, Du wirst sofort sehen, wie verworren dies einfache Ding erscheint.

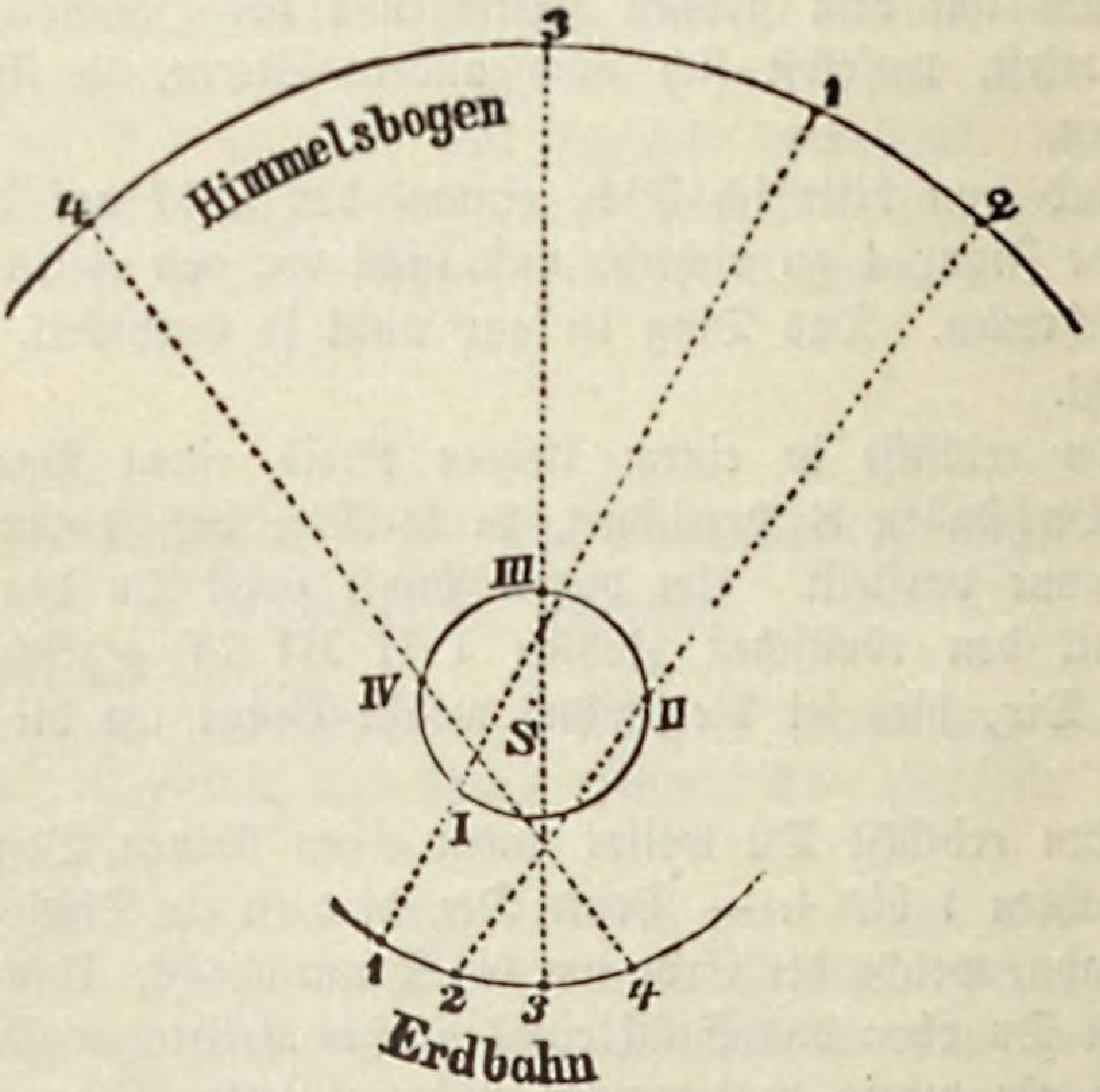


Fig. 4.

Denke Dir, daß Venus dort steht, wo die römische Zahl I steht, und die Erde sich zur selben Zeit da befindet, wo auf dem kleinen Bogen gleichfalls 1 verzeichnet ist, so erblickt Dein Auge von der Erde aus Venus oben am Himmelsgewölbe an der Stelle, wo gleichfalls die Zahl 1 steht. Nach einiger Zeit ist die Erde auf dem untern Bogen das Stück von 1 nach 2 gegangen, und in derselben Zeit ist Venus in ihrem Kreis von

I nach II gegangen. Nunmehr wird Dein Auge von der Erde aus Venus am Himmelsbogen dort sehen, wo oben im großen Bogen die Zahl 2 steht. Wenn Du Dir nun den Lauf der Venus merken willst, so wirst Du finden, daß sie sich am Himmel von der Linken zur Rechten bewegt hat. Nun aber geht die Erde weiter von 2 nach 3, und auch Venus geht in ihrem Kreise von II nach III. Willst Du aber sehen, wo Venus jetzt steht, so wirst Du eine Linie ziehen müssen von 3, wo die Erde steht, durch III, wo Venus steht, nach dem Himmelsgewölbe, und wie Du auf der Zeichnung sehen kannst, erscheint Venus in dieser Zeit am Himmelsbogen bei 3, das heißt, sie ist scheinbar, statt wie früher von links nach rechts zu gehen, in 2 stehen geblieben und fing dann an, immer schneller und schneller zurückzulaufen nach 1, bis sie weit hinauskam über diese Stelle, wo sie anfangs stand. Sie befindet sich jetzt oben am Himmelsbogen in 3, also links von 1 und eine tüchtige Strecke davon entfernt. Sie hat also scheinbar erst einen kleinen Weg nach rechts hin unter den Sternen gemacht, dann besann sie sich und lief recht eilig wieder rückwärts ein großes Stück nach links hin.

Geht nun Venus weiter von III nach IV und die Erde gleichzeitig auch von 3 nach 4, so sieht man von der Erde aus Venus am Himmelsbogen bei 4, also noch ein tüchtig Stück weiter nach links. — Wollten wir den wirklichen und scheinbaren Lauf weiter verfolgen, so würden wir sehen, daß Venus alsbald wieder in ihrem Lauf nach links hin inne hält und zurückzulaufen anfängt nach rechts, so daß sie einen ganz wunderlichen Weg am Himmelsbogen unter den Fixsternen zu nehmen scheint, der auch nicht die entfernteste Ähnlichkeit mit einem Kreis hat. — Und doch ist Venus in Wirklichkeit in einem regelmäßigen Kreis gegangen, und die große Verworrenheit ihres Laufes ist nur scheinbar und rührt nur daher, daß die Erde, der Standpunkt, von welchem aus wir sie beobachten,

nicht stille steht, sondern während der Zeit ebenfalls ein Stück ihres Umlaufs um die Sonne macht! —

Vielleicht ahnest Du nunmehr, wie schwierig es sein mußte, aus einem solchen verworrenen Lauf es herauszukriegen, daß es ein wirklicher einfacher Kreislauf sei, daß seine Verwirrung



Fig. 5.

nur scheinbar sei, und nur daher rühre, daß die Erde selber ein Planet ist, der um die Sonne geht. Lange Zeit hielt man daher auch die verzwickten Bahnen, welche die Planeten nur scheinbar durchlaufen, für thatsächlich vorhandene und glaubte, daß z. B. Jupiter und Saturn solche Schnörkel beschrieben, wie Fig. 5 zeigt, während man sich bei den noch wunderlicheren Bewegungen der näheren Planeten überhaupt nicht zu

helfen wußte. — Und alle diese Schwierigkeit hat ein deutscher Denker, Nikolaus Kopernicus, gelöst, der trotz tausendfacher Vorurteile und vorgefaßter Meinungen seines Zeitalters mit ungeheurer Klarheit das Richtige herausfand und den ersten Anstoß gab, die Menschheit aus dem Joch des trügerischen Scheins zu erlösen und sie auf die Bahn der wirklichen Wahrheit zu führen!

Nicht umsonst wurde die Lehre des Kopernicus von Rom aus gar eifrig verbannt, und nicht umsonst feiern wir das Andenken dieses großen Denkers, dieses großen Erlösers der Menschheit!

V. Ein Beispiel von der Bewegung des Planeten Mars.

Und nun, mein freundlicher Leser, kann ich Dich noch nicht lassen, sondern ich muß Dich noch auf eine kurze Weile in Deiner merkwürdigen Stellung in der bewußten Dose belassen, denn ich habe Dir etwas zu zeigen, was hinter Deinem Rücken inzwischen vorgegangen ist.

Du hast bisher mit dem Gesicht zur Sonne gekehrt gesessen und hast den Lauf eines Planeten gesehen, der wie Venus der Sonne näher steht, als die Erde der Sonne nahe ist. — Ich muß Dich umdrehen, das heißt, ich muß Dich mit dem Rücken zur Sonne setzen und Dir einmal zeigen, was Du da zu sehen bekommst.

Ein tüchtiges Stück hinter der Erde bewegen sich noch eine ganze Masse von Planeten in großen Kreisen um die Sonne herum. Aber auch diese Kreise liegen nicht rechts und nicht links ab von den Bahnen der übrigen Planeten, sondern auch die Bewegungen dieser Planeten gehen in derselben Ebene vor

sich. Auch hier brauchst Du Dich nicht darum zu kümmern, was rechts oder links vorgeht, denn da ist vom Sonnensystem nichts zu sehen; es sei denn, daß einmal ein Komet angewandert kommt, der diese Räume durchschweift. Du brauchst nur immer in der Linie geradeaus zu blicken, und da wirst Du schon auf Planeten stoßen, die Dein Auge fesseln werden.

Von der Sonne aus gezählt ist die Erde der dritte Planet; der vierte, also der erste Planet, der hinter der Erde die Sonne umläuft, ist Mars. — Er ist etwa anderthalb mal so weit entfernt von der Sonne als die Erde. Sein Lauf geht auch in derselben Richtung um die Sonne, wie der jedes andern Planeten. Das heißt: Wenn z. B. Sonne, Erde und Mars in einer Linie hintereinander stehen, so bewegen sich Erde und Mars nicht etwa so, daß der eine aufwärts geht, während der andere nach unten seinen Lauf nimmt, sondern sie gehen beide nach einer und derselben Gegend hin. Die Erde freilich in einem kleinern, Mars in einem größern Kreis, die Erde durchläuft ihren Kreis in 365 Tagen, während Mars fast noch einmal so viel Zeit braucht, nämlich 686 Tage, ehe er herum und auf dieselbe Stelle kommt, wo er seinen Kreis vollendet.

Wir wollen nun einmal die Erscheinung seines Laufes etwas näher kennen lernen.

Nehmen wir an, Du hast jetzt die Sonne gerade im Rücken hinter Dir, und vor Dir steht Mars, so ist dies eine Stellung, in welcher Du Venus niemals gesehen hast und niemals sehen wirst. In dieser Stellung steht Mars gerade der Sonne entgegengesetzt. Wenn Du die Sonne hinter Dir hast, so hast Du Mars vor Dir; wenn Du Dich umkehrst, so hast Du die Sonne vor Dir und Mars hinter Dir. Man nennt diese Stellung die Opposition oder den Gegenschein. Das will soviel sagen, Mars steht in Opposition mit der Sonne, der eine steht vorne, wenn der andere hinten steht, oder er ist im Gegenschein, das heißt, wenn das Licht des einen dem

Beobachter ins Gesicht scheint, so fällt das Licht des andern auf den Rücken des Beobachters.

Nun beginnt Mars seinen Lauf, während gleichzeitig auch die Erde um die Sonne läuft. Obgleich nun der Lauf des Mars wiederum ein Kreis ist, so wird er dennoch durch die Bewegung der Erde so verworren, daß der Kreis noch schwieriger aus der Erscheinung zu erkennen ist, als der Kreis der Venus; namentlich wenn Mars etwa seinen halben Weg zurückgelegt hat und jetzt sich von der Erde aus gesehen scheinbar in der Nähe der Sonne befindet.

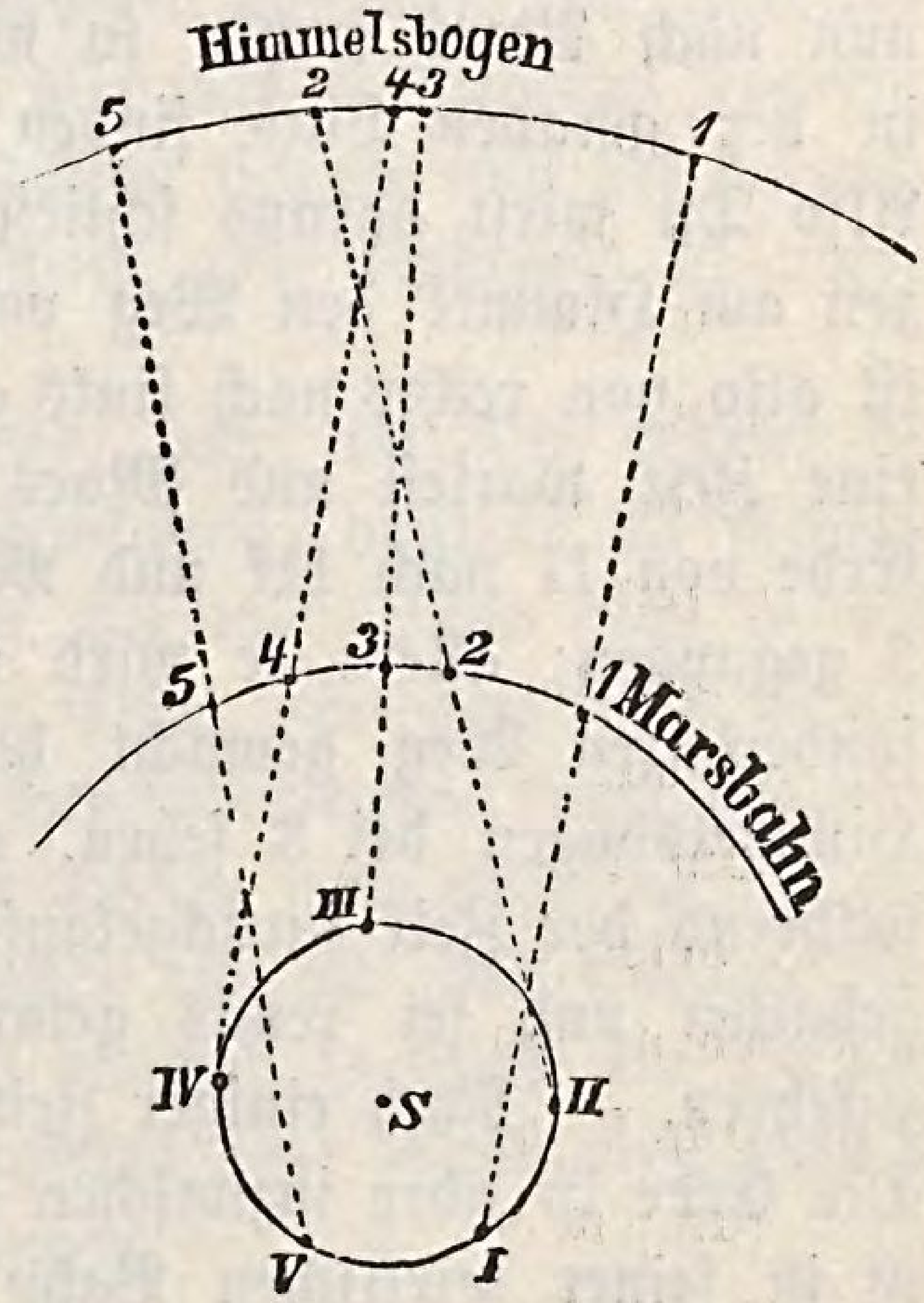


Fig. 6.

Wenn es mir gelungen ist, Dir die obige Zeichnung vom Lauf der Venus verständlich zu machen, so wird Dir die nebenstehende Zeichnung vom Lauf des Mars sehr leicht verständlich sein.

Denken wir uns wieder in der nebenstehenden Zeichnung (Fig. 6) S als die Sonne. Der Kreis, der mit den römischen Zahlen I bis V bezeichnet ist, soll der Kreis sein, in dem die Erde um die Sonne läuft. Der über dem Kreis stehende kleine Bogen, in welchem die Zahlen von 1 bis 5 sich befinden, mag ein Stück der Bahn bezeichnen, die Mars in seinem Umlauf um die Sonne macht, während der obere Bogen, wo die Zahlen in verworrener Ordnung stehen, den Himmelsraum vorstellen mag, in welchem Mars scheinbar zwischen den Fixsternen umherwandelt.

Setzen wir nun den Fall, daß die Erde sich in ihrer Kreisbahn befindet, wo die römische Zahl I ist, und Mars sich auf seiner Bahn dort befindet, wo die gewöhnliche Zahl 1 steht, so wird Dein Auge, wenn Du Dich auf der Erde befindest, den Mars oben am Himmelsbogen erblicken, dort wo die Zahl 1 steht. Nun geht die Erde von I nach II, und Mars geht in derselben Zeit von 1 nach 2. Wenn Du nun nach Mars suchst, so wirst Du ihn am Himmelsbogen in der geraden Linie finden, die oben mit 2 bezeichnet ist. Also Du wirst daraus schließen, daß Mars in der Zwischenzeit am Himmel den Weg von 1 nach 2 zurückgelegt hat, er ist also von rechts nach links gegangen. Wenn Du nun wieder eine Zeit wartest und Mars aufsuchst, so ist inzwischen die Erde von II nach III und Mars in seiner Bahn von 2 nach 3 gegangen; allein er wird unter den Fixsternen einen ganz sonderbaren Weg gemacht haben, denn Du wirst ihn am Himmelsbogen bei 3 sehen, also mußt Du schließen, er sei während der Zeit zurückgelaufen, das heißt, er habe in 2 inne gehalten und sei rechts gelaufen, um wieder nach 1 zurückzukehren. — Nach einiger Zeit suchst Du wiederum Mars auf. Die Erde ist aber inzwischen von III nach IV und auch Mars ist in seiner wirklichen Bahn von 3 nach 4 gegangen. Nun siehst Du wieder Mars am Himmelsbogen, wie er in 3 aufgehört hat, rechts zu gehen und in der ganzen Zeit sich äußerst langsam das kleine Stückchen von 3 nach 4 und zwar wieder links bewegt hat. Endlich willst Du nach einiger Zeit wiederum nachsehen, wo Mars jetzt steht, da ist inzwischen die Erde von IV nach V und auch Mars in der wirklichen Bahn von 4 nach 5 gegangen, und Du nimmst nun wahr, daß Mars am Himmelsbogen wieder mit einem Male einen ganz gewaltigen Lauf von 4 nach 5 gemacht hat, und zwar in derselben Zeit, in welcher er früher das kleine Stückchen von 3 nach 4 durchlief. —

Gewiß wird nun jedermann einsehen, daß der wirkliche Weg, den Mars hier lief, ein sehr regelmäßiger Weg auf seiner Bahn gewesen ist, daß aber durch die Bewegung der Erde eine scheinbare Unregelmäßigkeit in dieser Bewegung hervortritt, ein bald schnellerer, bald langsamerer, ein bald rechts, bald links liegender Weg, der denjenigen Zeitaltern, die es nicht ahnten, daß sie sich mitsamt der Erde um die Sonne bewegen, auch die Wege aller anderen Planeten rein unerklärlich machen mußte. — Und auch hier war es Nikolaus Kopernicus, dessen großer Geist dieses Dunkel lichtete und der Menschheit die Lehre gab, zwischen Schein und Wahrheit zu unterscheiden.

Somit, mein verehrter Leser, habe ich Dir erstens die Lage, zweitens die wirkliche Bewegung, drittens die Scheinbewegung eines Planeten gezeigt, der wie Venus nicht so weit ab von der Sonne steht, als die Erde. Sodann habe ich Dir die Lage, die wirkliche und die Scheinbewegung eines Planeten gezeigt, der, wie Mars, von der Sonne noch entfernter ist, als die Erde. Wenn es mir gelungen ist, all' das Gesagte Dir recht deutlich und anschaulich zu machen, so wirst Du Dir von der Lage des ganzen Sonnensystems sehr leicht eine richtige Grundanschauung verschaffen können.

VI. Die Bewegungen von West nach Ost.

Wir wollen sofort zu dieser Gesamtübersicht kommen, sobald ich Dir nur noch eine Thatsache mitgeteilt haben werde.

Die Sonne selbst, die in der Mitte all' der Kreise ihrer Planeten steht, macht eine Bewegung um sich selber. Man nennt das im gewöhnlichen Sinne: sie dreht sich um ihre

Axe. Das heißt, man stellt sich das so vor, als ob mitten durch die große Sonnenkugel, gerade vom Nord- zum Südpol eine Stange durchgesteckt wäre, wie man etwa eine Stricknadel durch einen Apfel durchsteckt. Nimmt man nun die beiden Enden der Stricknadel in beide Hände und dreht diese zwischen den Fingern, ohne die Hände selber fortzubewegen, so wird die Oberfläche des Apfels ebenfalls eine Drehung machen, und diese Art der Drehung nennt man eine Drehung um sich selber, oder um seine eigene Axe, oder mit dem wissenschaftlichen Ausdruck, eine Rotation.

Wenn man aber auch weiß, daß die Sonne solch eine Drehung macht — und das weiß wohl schon jeder Schulknabe, — so kommt es doch hauptsächlich für eine richtige Grundanschauung vom Sonnensystem darauf an, daß man es sich deutlich mache, in welcher Richtung und in welcher Ebene diese Drehung vor sich geht?

Stelle Dir nur noch einmal recht lebhaft vor Augen, daß sämtliche Planeten in Kreisen um die Sonne gehen, daß sämtliche Kreise fast in einer und derselben Ebene liegen, so daß, wie wir ja bereits wissen, sämtliche Kreise der Planeten in eine flache Dose eingesperrt werden können. Ferner verliere es nicht aus den Augen, daß sämtliche Planeten sich stets in gleicher Richtung bewegen; das heißt, daß sich niemals zwei Planeten begegnen, indem der eine her- und der andere hingeht, sondern daß sie, wie die Zeiger einer Uhr stets nach gleicher Gegend hin in Bewegung sind. Und nun denke Dir die Sonne in der Mitte dieser Kreise, die eine Drehung um sich selber, oder, wie man es gewöhnlich sagt, um ihre Axe macht, und es wird Dir leichter verständlich sein, wenn ich Dir sage, daß auch diese Drehung der Sonnenkugel um sich selber in derselben Richtung und in derselben Ebene erfolgt, wie die Umläufe und Bewegungen der Planeten.

Um ganz sicher zu sein, daß wir uns nicht mißverstehen,

so bitte ich Dich, daß Du Dich wieder in jene merkwürdige Dose versetzest, worin das Sonnensystem eingesperrt werden kann, und meinetwegen magst Du jetzt Deinen Standpunkt, der Abwechselung wegen, auf Merkur nehmen, der der nächste Planet ist an der Sonne. Von dort wirst Du an dunkeln Flecken, die sich oft auf der Oberfläche der Sonne bilden, bemerken, daß die Sonnenoberfläche eine Umdrehung macht, ganz so, als ob sie auf einer Axe beweglich wäre, und zwar geht die Bewegung eben so wenig, wie die der Planeten von rechts nach links, oder von links nach rechts, sondern die Kugel wälzt sich um sich selber herum; und die Drehung selber erfolgt so, daß ein Punkt auf der Oberfläche der Kugel nicht dem Lauf des Merkur entgegen kommt, sondern sich nach gleicher Gegend hin bewegt.

Man kann also sagen: Die Planeten bewegen sich um die Sonne in gleicher Richtung und in gleicher Ebene, wie die Sonne selber sich um die Axe dreht.

Nun aber wissen wir auch, daß die Planeten sich gleichfalls um ihre Axen drehen. Auch hier kann die Lage der Axen und also auch die Drehung in sehr verschiedener Richtung und in Ebenen vor sich gehen, die von der Richtung und der Ebene der Sonnenumdrehung oder der Lage und Richtung der Planetenumläufe verschieden ist. Allein auch dies ist nicht der Fall.

So weit man die Umdrehung der Planeten um ihre Axe mit Sicherheit beobachtet hat, ist diese fast immer ein wahres Abbild von der Umdrehung der Sonne.

Da wir nun bis zur Umdrehung der Planeten um ihre Axe gekommen sind und auch alle Welt weiß, daß die Erde ein Planet ist, und außer ihrem Umlauf um die Sonne in 365 Tagen noch in 24 Stunden eine Umdrehung um ihre Axe macht, so können wir jetzt einen bestimmten Ausdruck für die Richtung und die Ebene aller Bewegungen im Sonnensystem

finden, wenn wir einen kurzen Blick auf die Umdrehung der Erde um ihre Axe werfen.

Wenn man sich die Gegend merkt, wo die Sonne im Herbst oder im Frühjahr aufgeht und sich mit dem Gesicht nach dieser Gegend hinstellt, so hat man vor sich die Himmelsgegend, die man Osten nennt; im Rücken hat man dann Westen, oder die Gegend, wo die Sonne untergeht; zur Rechten hat man Süden, und zur Linken hat man dann Norden.

Scheinbar macht die ganze Himmelskugel samt allen Sternen in 24 Stunden eine Bewegung um eine Axe, die von Norden nach Süden geht, und zwar sieht diese Bewegung so aus, als ob sich die Himmelskugel von Osten nach Westen drehen würde. Allein, es ist schon allbekannt, daß dies nur ein trügerischer Schein ist und daher rührt, daß die Erde selber eine Umdrehung in umgekehrter Richtung macht, das heißt, daß sie sich, wie alle andern Planeten um ihre Axe dreht, und zwar in umgekehrter Richtung, wie die scheinbare der Himmelskugel. Die Erde dreht sich in 24 Stunden von Westen nach Osten.

Hältst Du nun, mein verehrter Leser, diese eine Thatsache fest, so hast Du eine untrügliche Grundlage, um Dir ein Bild vom ganzen Sonnensystem zu verschaffen, wie es für den Anfang vollkommen ausreichend ist; und dieses nahezu richtige Bild für den Anfang ist in allen Dingen die Hauptsache.

Du brauchst eben nur den ganz leicht faßlichen Gedanken festzuhalten, daß hauptsächlich alle Bewegungen, die im Sonnensystem vorkommen, in ihrer Richtung und Ebene nahe so sind, wie die Richtung und Ebene der Erdumdrehung, das heißt, von West nach Ost, und dies allein genügt, um mannigfache Irrtümer zu beseitigen und sich auch am wirklichen Himmel ein wenig zurechtzufinden.

Und nun wollen wir zu der Gesamtübersicht des Sonnensystems kommen, denn es wird uns jetzt äußerst leicht und übersichtlich werden.

VII. Versuch einer Gesamtübersicht.

Denke Dir in dem unendlichen Weltraum eine grade West-Ost-Linie gezogen. Den Raum, der über dieser Linie liegt, wollen wir mit oben bezeichnen; den Raum, der unter der Linie liegt, wollen wir mit unten bezeichnen. Und nun stelle Dir in der Mitte dieses ungeheuren, leeren Raumes die Sonnenkugel vor, die einen Durchmesser von 185 000 Meilen hat.

Denke Dir, daß diese Sonnenkugel für den ersten Augenblick ruht, und daß sie dann erst ihre Umwälzung um ihre Axe beginnt. So lange sie ruht, wird ein Punkt der Kugel nach West hinblicken, ein Punkt nach Ost, ein Punkt nach oben, ein Punkt nach unten, ein Punkt nach Norden, ein Punkt nach Süden, auf den Du grade hinblicken magst, so daß er für Dich scheinbar im Mittelpunkt der Sonne liegt.

Soll diese nun ihre Umwälzung beginnen, so stelle Dir vor, daß der westliche Punkt der Oberfläche nach oben hin sich bewegt, der östlichste wird sich dann nach unten hin bewegen. Bald wird der Punkt, der früher im Westen war, ganz oben und der östliche wird sodann ganz unten liegen. Alsdann geht der ehemals westliche Punkt immer weiter nach unten, bis er die unterste Stelle einnimmt, durch diese hindurch geht und wieder dort ankommt, wo er beim Anfang der Bewegung gewesen war.

Dies ist eine Umdrehung oder eine Rotation der Sonne, und dies nennt man eine Umdrehung von West nach Ost, obgleich sich ja gleichzeitig der Punkt, der im Osten liegt, stets unten herum nach West begiebt. Wenn man daher von einer Umdrehung von West nach Ost spricht, so muß man sich ja nicht irre machen und stets dabei die Vorstellung fest halten, daß dies so viel sagen will: wie von West nach Ost oben herum, wenn Du Dich gegenüber dem Südpol befindest.

Diese Umdrehung geschieht bei der Sonne fort und fort, ohne Unterlaß, und zwar um eine gedachte Axe; und diese Axe liegt in ihrer Richtung von Nord nach Süd. Eine einmalige Umdrehung dauert 25 Tage, weshalb wir denn durch Fernröhre, vor die man ein geschwärztes Glas anbringt, damit man in die Sonne hineinsehen kann, etwaige Sonnenflecke um die Sonnenkugel herum wandern sehen können, und wenn ein Fleck sich nicht sehr verändert hat, so wird man ihn nach 25 Tagen an derselben Stelle der Sonnenkugel sehen, wo man ihn früher gesehen hat.

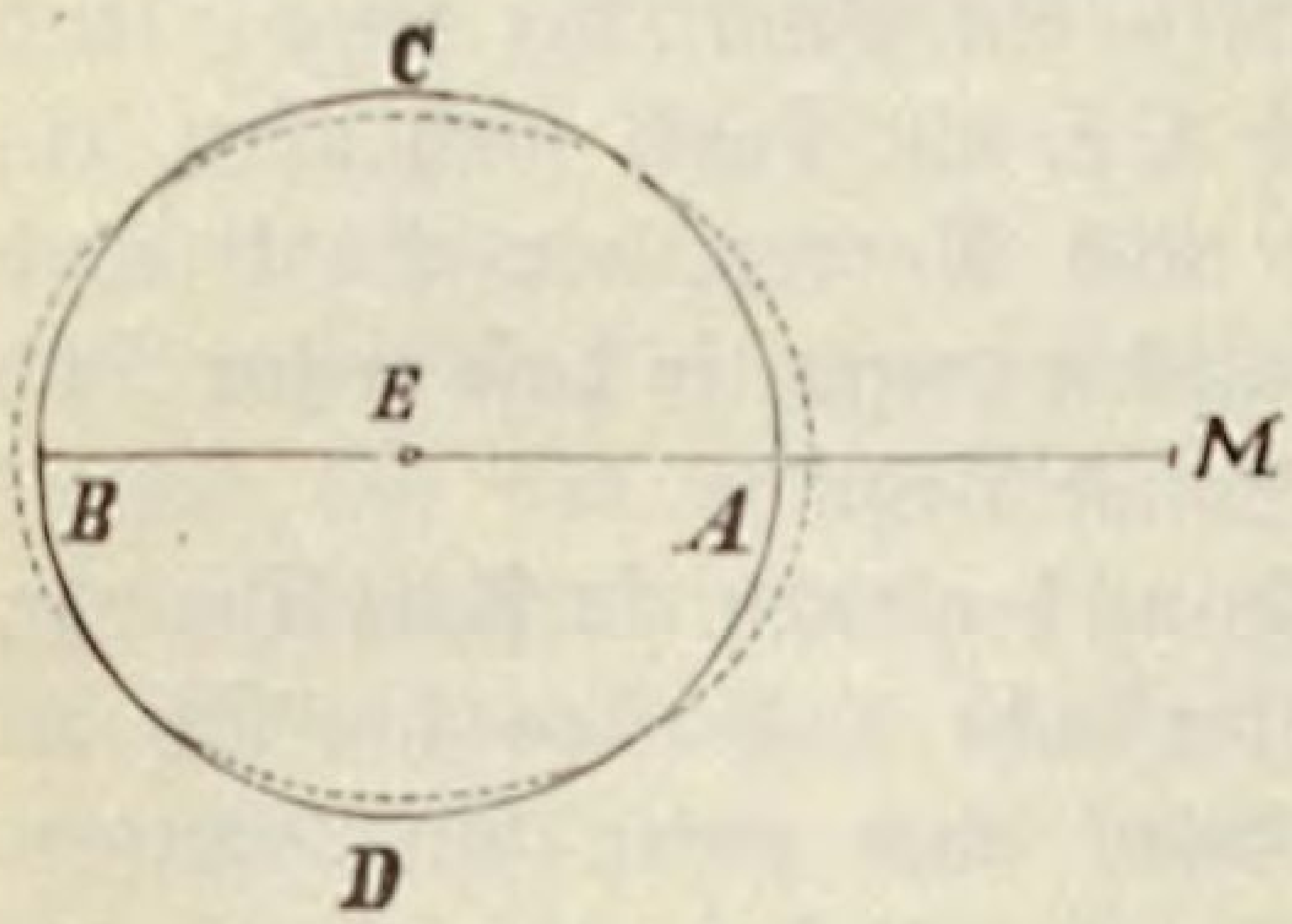


Fig. 7.

Der nächste Planet zur Sonne heißt Merkur. Er ist etwa $7^1/_2$ Millionen Meilen von der Sonne entfernt und hat einen Durchmesser von nur 600 Meilen. Denken wir uns vorerst, daß dieser Planet im Westen der Sonne steht, das heißt, daß er noch weiter nach West steht, als die Sonne. Um alle Irrungen zu meiden, wollen wir uns auch diesen Planeten vorerst in absoluter Ruhe denken und uns vorstellen, er beginne sich um seine Axe zu drehen, ehe er noch um die Sonne seinen Kreis macht. Es ist dies nun sehr leicht. Merkurs Umdrehung um seine Axe ist ganz so wie die Axendrehung der Sonne. Sie erfolgt auch von West nach Ost oben herum, und die Axe seiner Drehung liegt ungefähr mit der Sonnenaxe in ganz gleicher Lage. Er vollendet seine Umdrehung in etwa 24 Stunden. — Und so sich um seine Axe drehend, so mögen wir uns denken, daß er seinen Lauf beginnt um die Sonne. Er erhebt sich nun von seinem Standpunkt im Westen und geht oben herum in einem Bogen nach

Osten, um von unten herum wieder von Osten nach Westen zu kommen. – Diesen Umlauf um die Sonne vollendet er in 88 Tagen. Er macht also zwei Bewegungen, eine um seine Axe und eine um die Sonne; aber beide Bewegungen stören weder einander, noch befördern sie einander, denn sie würden in dem einen oder dem andern Falle nicht gleichmäßig fortdauern können.

Ich habe oben davon gesprochen, daß die Bewegung der Planeten um die Sonne in Kreisen geschähe. Das ist an sich nicht richtig, denn die Bahn eines Planeten um die Sonne ist eine Ellipse, und ich darf jetzt dies nicht unerwähnt lassen, da Merkur grade zu den Planeten gehört, deren Bahn am meisten von einem Kreis abweicht. Eine Ellipse ist ein nach einer Richtung etwas in die Länge gezogener, also etwa ein eiförmiger Kreis, wie Du ihn erhältst, wenn Du in Fig. 8 den Kegel *A B D* in der Richtung *M N* durchschneidest. Bei den Planeten ist die Abweichung vom Kreis nur eine außerordentlich geringe, wie etwa in Fig. 7 die Abweichung der punktierten Linie vom Kreise *A B C*. Daher ist es für den Anfang, wo man sich nur eine richtige Anschauung verschaffen will, besser, wenn man die Abweichung einer Ellipse vom Kreis ganz außer acht läßt, zumal sich das genaue Wesen der Ellipse nicht leicht allgemein verständlich wiedergeben läßt.

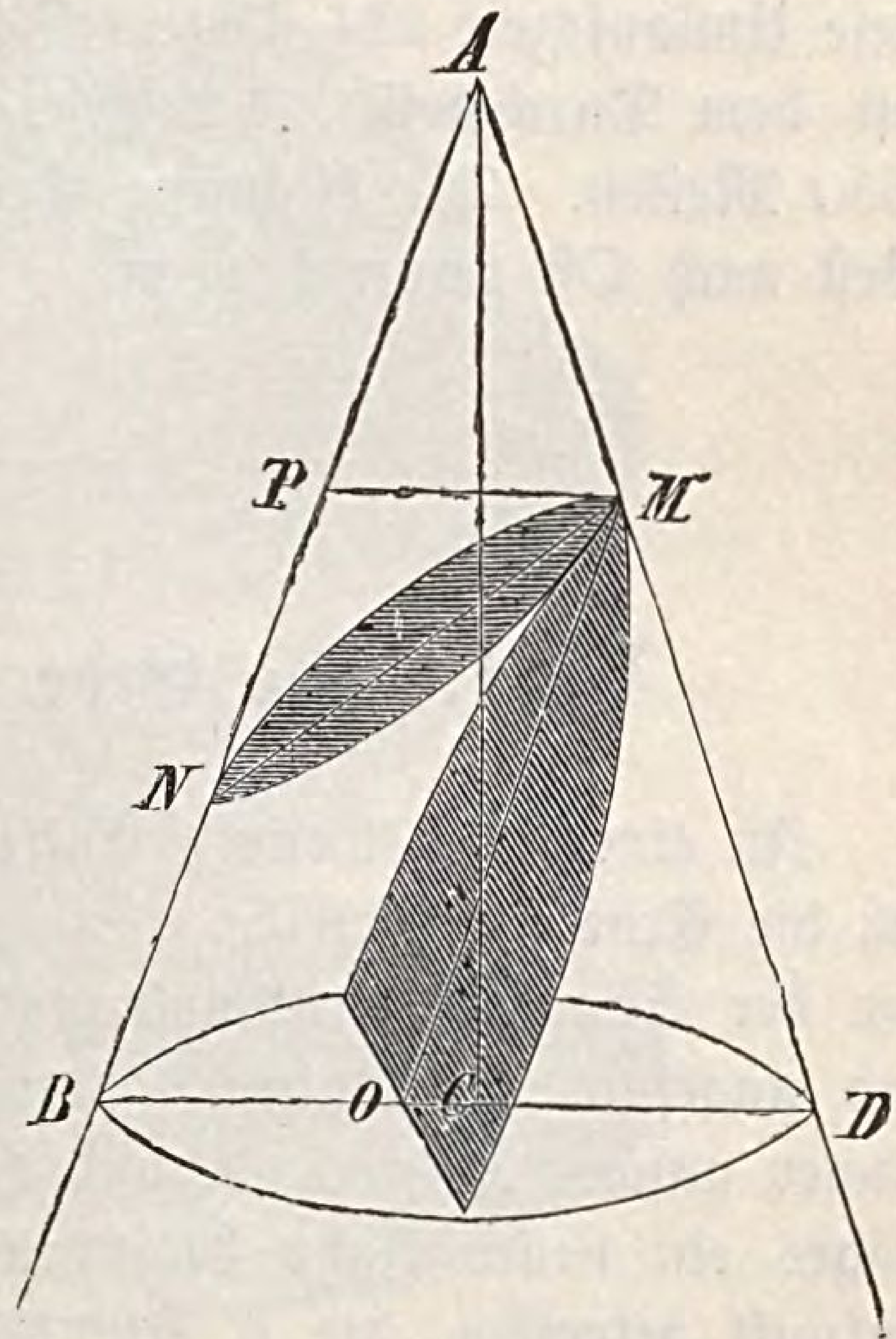


Fig. 8.

Ganz so wie man sich Merkurs Umdrehung um seine Axe und seinen Umlauf um die Sonne vorstellt, ganz so hat man es sich bei dem von der Sonne aus zweiten Planeten, bei Venus, zu denken. Venus ist 15 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Sie bewegt sich um ihre Axe in 23 Stunden. Außer dieser Bewegung macht sie noch einen Umlauf um die Sonne in einem fast gleichförmigen Kreise, und zwar dauert diese Umlaufszeit 224 Tage. Der Durchmesser von Venus ist fast dem Durchmesser der Erde gleich und beträgt nahe an 1650 Meilen. Die Richtung ihres Umlaufs ist gleichfalls von West nach Ost oben herum.

VIII. Die Erde und der Mond.

In einer noch weitern Entfernung von der Sonne bewegt sich die Erde um dieselbe. Sie ist an 20 Millionen Meilen von der Sonne entfernt und macht ihren Umlauf in 365 Tagen und ungefähr 6 Stunden. Von dieser Umlaufszeit hängt die Dauer unseres Jahres ab, und da man nicht in der Mitte eines Tages ein neues Jahr beginnen mag, so hat man die Übereinkunft getroffen, die 6 Stunden gewöhnlich unberücksichtigt zu lassen und dafür alle vier Jahre, wo die aufgesammelten 6 Stunden aus jedem Jahr fast genau 24 Stunden betragen, ein Jahr von 366 Tagen zu zählen. Dieser 366ste Tag ist der eingeschaltete 29. Februar, nach welchem das Jahr ein Schaltjahr genannt wird.

Außer dieser Bewegung macht die Erde gleichfalls eine Umdrehung um sich selber oder um ihre Axe; durch diese Umdrehung geschieht es, daß abwechselnd bald die eine, bald die andere Seite der Erdkugel der Sonne zugekehrt ist, wodurch

Tag und Nacht entsteht. Die ganze Umdrehungszeit hat man in 24 Stunden eingeteilt, so daß eine Stunde nichts weiter bedeutet, als daß die Erde ein Vierundzwanzigstel ihrer Umdrehung vollendet hat.

Auch beim Umlauf der Erde um die Sonne und der Um-

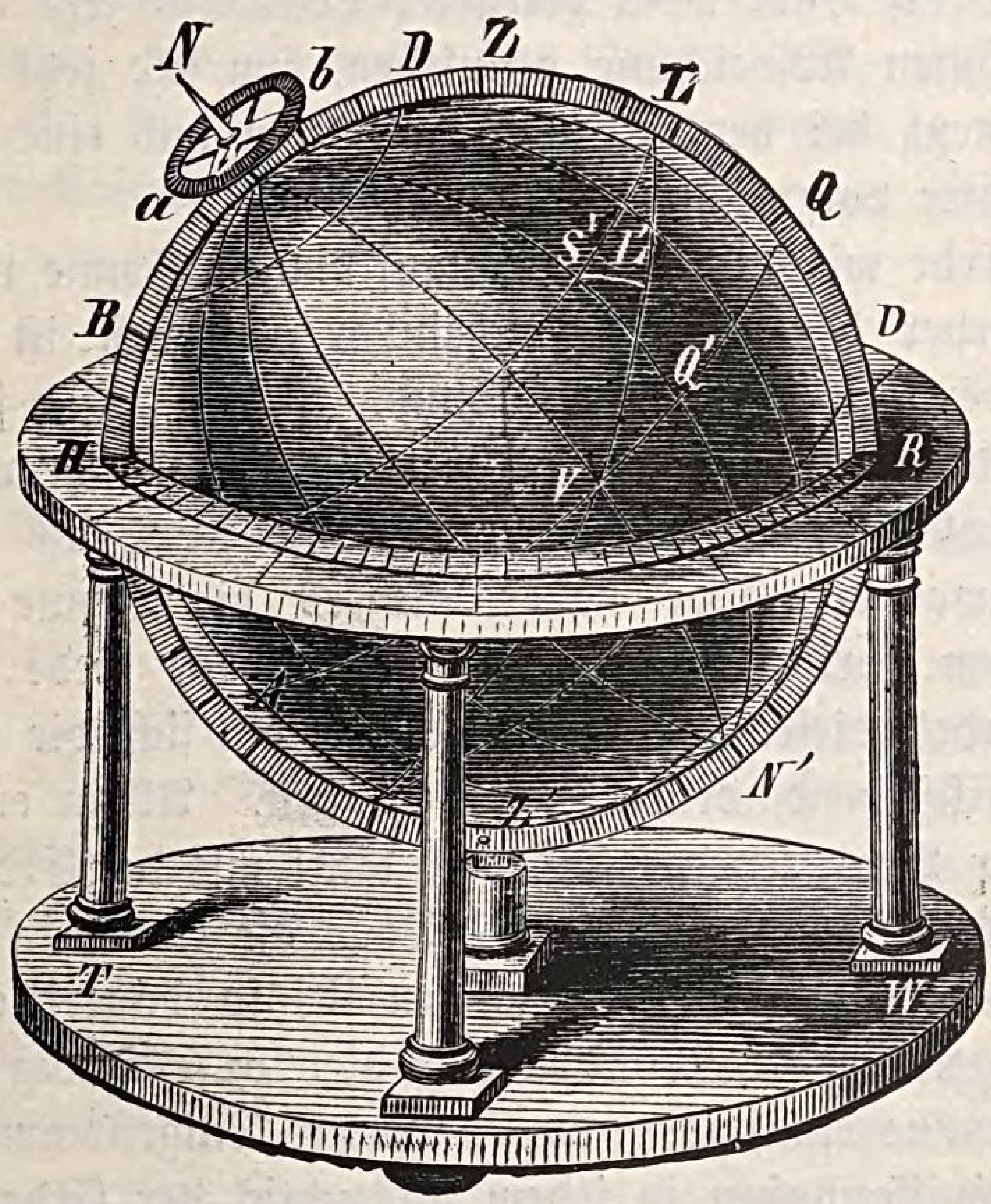


Fig. 9.

drehung der Erde um ihre eigene Axe gilt das allgemeine Gesetz, daß die Bewegungen von West nach Ost oben herum geschehen. Allein ganz genau ist dieses nicht der Fall, sondern wenn wir uns die Bahn der Erde um die Sonne als eine Ebene denken, so liegt die zweite Ebene, welche sämtliche Punkte der Erdoberfläche in ihrer Umwälzung um die Erdaxe machen, in einer geneigten Lage zu jener ersten Ebene, wodurch die auf

der Erde herrschenden Jahreszeiten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter entstehen. Die Größe dieser Neigung zeigt die nachgebildete Erdkugel in Fig. 9.

Indem es mir in diesem Aufsatz nur darum zu thun ist, ein übersichtliches Bild von dem gesamten Sonnensystem zu geben, bitte ich Dich, mein verehrter Leser, für jetzt von dieser eben erwähnten Abweichung abzusehen, um für jetzt nur noch einen Moment bei der Erde zu verweilen und eine neue Erscheinung hier vorzuführen.

Die Erde wird in ihrem Umlauf um die Sonne von einem Himmelskörper begleitet, der scheinbar so groß ist wie die Sonne selber. Dies ist der Mond. Allein seine scheinbare Größe wird nur durch seine verhältnismäßige Nähe veranlaßt. Er ist 51 800 Meilen von der Erde entfernt, ist also fast viertausendmal der Erde näher, als es die Sonne ist. Er ist in einem fortwährenden Umlauf um die Erde begriffen und vollendet diesen Umlauf, wenn man sich die Erde inzwischen stillstehend denkt, in 27 Tagen. Allein er ist auch zugleich der Begleiter der Erde, er läuft mit der Erde um die Sonne; und da während der 27 Tage die Erde ein Stück in ihrer Bahn um die Sonne gegangen ist, so dauert es länger als 27 Tage, ehe der Mond wieder dieselbe Stellung zur Erde und zur Sonne einnimmt, die er vorher eingenommen hatte. Er muß gewissermaßen in jedem Augenblick der Erde in ihrer Bahn nachlaufen, wodurch seine Umlaufszeit um mehr als zwei Tage verlängert wird, so daß er erst in 29 und einem halben Tag dieselbe Stellung zur Erde und Sonne einnimmt, die er vor seinem letzten Umlauf eingenommen hatte.

Man kann sich hiervon eine richtige Vorstellung machen, wenn man sich denkt, daß eine Lokomotive, die im Fahren begriffen ist, von einer Wespe, die bekanntlich außerordentlich schnell fliegen kann, umkreist wird. Die Wespe wird offenbar weit mehr Zeit brauchen, um die Lokomotive herum zu

kommen, wenn diese sehr schnell fährt, als wenn sie langsam fährt oder gar still steht. Denn so oft sie hinten an der Lokomotive ist, muß sie nicht nur das Stück vom Hinterteil der Lokomotive nach dem Vorderteil fliegen, sondern sobald die Lokomotive im Fahren begriffen ist, hat sie außerdem noch einen besondern Flug zu machen, der gleich ist dem Lauf der Lokomotive. Es ist wohl nun Jedem klar, daß die Wespe deshalb eine längere Zeit braucht, um herum zu kommen, als wenn die Lokomotive langsamer geht oder gar still steht.

IX. Merkwürdiger Lauf des Mondes.

Dieses Beispiel ist vollkommen ausreichend und auch zutreffend, um die angeführte Verzögerung der Umlaufszeit des Mondes sich deutlich zu machen. Ich muß aber noch einen Augenblick bei diesem Beispiel verweilen, weil es geeignet ist, die merkwürdige Bahn, die der Mond macht, der Anschauung näher zu bringen.

Stelle Dir nun einmal die Lokomotive vor, wie sie im Fahren begriffen ist, und die Wespe, die sie umkreist, so wirst Du sofort merken, daß es ein ganz wunderlicher Weg ist, den sie wirklich fliegt.

Denken wir uns, die Wespe befindet sich jetzt vorne vor dem Schornstein, und sie will nun nach dem Hinterteil der Lokomotive, so ist es klar, daß sie sich gar nicht anzustrengen braucht. Sie wird nur ein wenig zur Seite fliegen und die Lokomotive wird vor ihr vorbei eilen, wodurch die Wespe sich von selber am Hinterraum der Lokomotive befindet. Jetzt freilich muß sie sich beeilen. Sie muß von der einen Seite schnell hinüberfliegen zur andern und dabei zugleich der Loko-

motive nacheilen, ja ihr voranjagen, um wieder vor den Schornstein zu kommen und ihren Rundflug zu vollenden.

Stellen wir uns nun den Lokomotivführer vor, der die Wespe beobachtet — und sich vielleicht wundert, wie so ein kleines Wesen noch besser von der Natur mit Bewegungskraft ausgestattet ist als die hohe Menschenkunst seine Maschine ausstatten konnte, — der Lokomotivführer wird in dem Flug der Wespe einen wirklichen, länglichen Kreis sehen, denn er hat sie von der einen Seite nach hinten und dann von der andern nach vorn fliegen, also in Bezug auf seinen Standpunkt einen länglichen Kreis machen sehen. Dahingegen wird jemand, der nicht auf der Lokomotive, sondern ruhig neben der Bahn steht, den Flug der Wespe ganz anders sehen. Denn er wird bemerken, daß die Wespe eigentlich niemals zurückgeflogen sei, sondern nur die Lokomotive sich von der einen Seite vorüber eilen ließ und nur auf der andern Seite der Lokomotive voranzueilen suchte. —

Ganz in ähnlicher Weise verhält es sich mit dem Umlauf des Mondes um die Erde, während sich die Erde um die Sonne bewegt. — In der That, von irgend einem Punkt des Weltraumes aus betrachtet, sieht man die Bahn des Mondes als keinen geschlossenen, sondern als einen weitgeöffneten Kreis, eine Bahn, die man Cykloide nennt. Eine Art von Sprunglinie, die sich auf der Linie der Erdbahn wie Figur 10 ausnimmt.

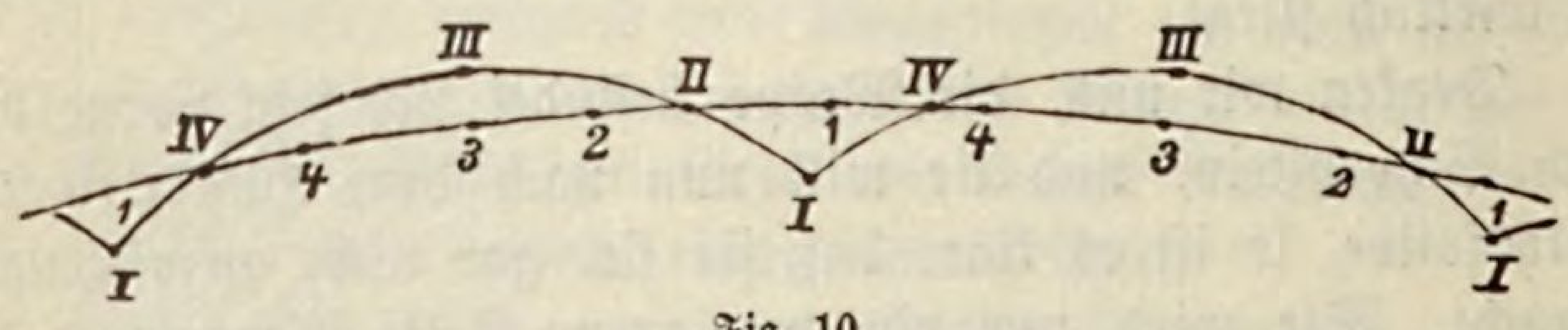


Fig. 10.

Will man sich also die Bewegung des Mondes im Sonnensystem mit der gleichzeitigen Bewegung der Erde vorstellen, so hat man sich zu denken, daß der Mond in jedem Monat von

$29\frac{1}{2}$ Tag eine Art Sprung in jenem hier aufgezeichneten Halbbogen von der römischen Zahl I nach der nächsten römischen Zahl I macht, während zu gleicher Zeit die Erde in ihrer einfachen Bahn, wo die gewöhnlichen Zahlen stehen, von 1 nach 1 geht. Für Denjenigen, der sich die näheren Umstände dieses merkwürdigen Laufes anschaulich machen will, habe ich die Zahlen 2, 3 und 4 und II, III, IV in beiden Bahnlinien hingestellt, die andeuten, daß sich die Erde immer im Punkt, wo die gewöhnliche Zahl ist, befindet, wenn der Mond in der Stelle seiner Sprungbahn ist, wo die gleiche römische Zahl steht. — Hieraus aber leuchtet schon ein, daß auch der Mond im Lauf nach Osten begriffen ist, und die Beobachtung lehrt, daß dieser Lauf fast in derselben Ebene liegt, wie der Lauf der Erde selber.

X. Von Mars und den kleinen Planeten.

Entfernter als die Erde von der Sonne ist Mars (Fig. 11) von dieser. In einem Abstand von 30 Millionen Meilen bewegt sich Mars in einer ziemlich länglichen Bahn um die Sonne, und außerdem hat er gleichfalls eine Bewegung um sich selbst. Den Umlauf um die Sonne vollendet er in 687 Tagen, während er die Umwälzung um seine Axe in etwas mehr als 24 Stunden macht. Beide Bewegungen aber, sowohl die um seine Axe als die um die Sonne geschehen zwar nicht in einer und derselben Ebene, aber trotzdem tritt auch hier entschieden der Charakter der Bewegung als der des ganzen Sonnensystems hervor, denn sie sind beide, wie wir sie bereits oben näher bezeichnet haben, von West nach Ost oben herum.

Bis Ende des vorigen Jahrhunderts war der Planet Jupiter als der nächste angesehen, der hinter Mars die Sonne umkreist. Allein die Wahrnehmung, daß zwischen Mars und

Jupiter ein verhältnismäßig weit größerer Zwischenraum ist, als man ihn nach den Abständen der andern Planeten von einander vermuten sollte, hat es vielen Denkern wahrscheinlich gemacht,

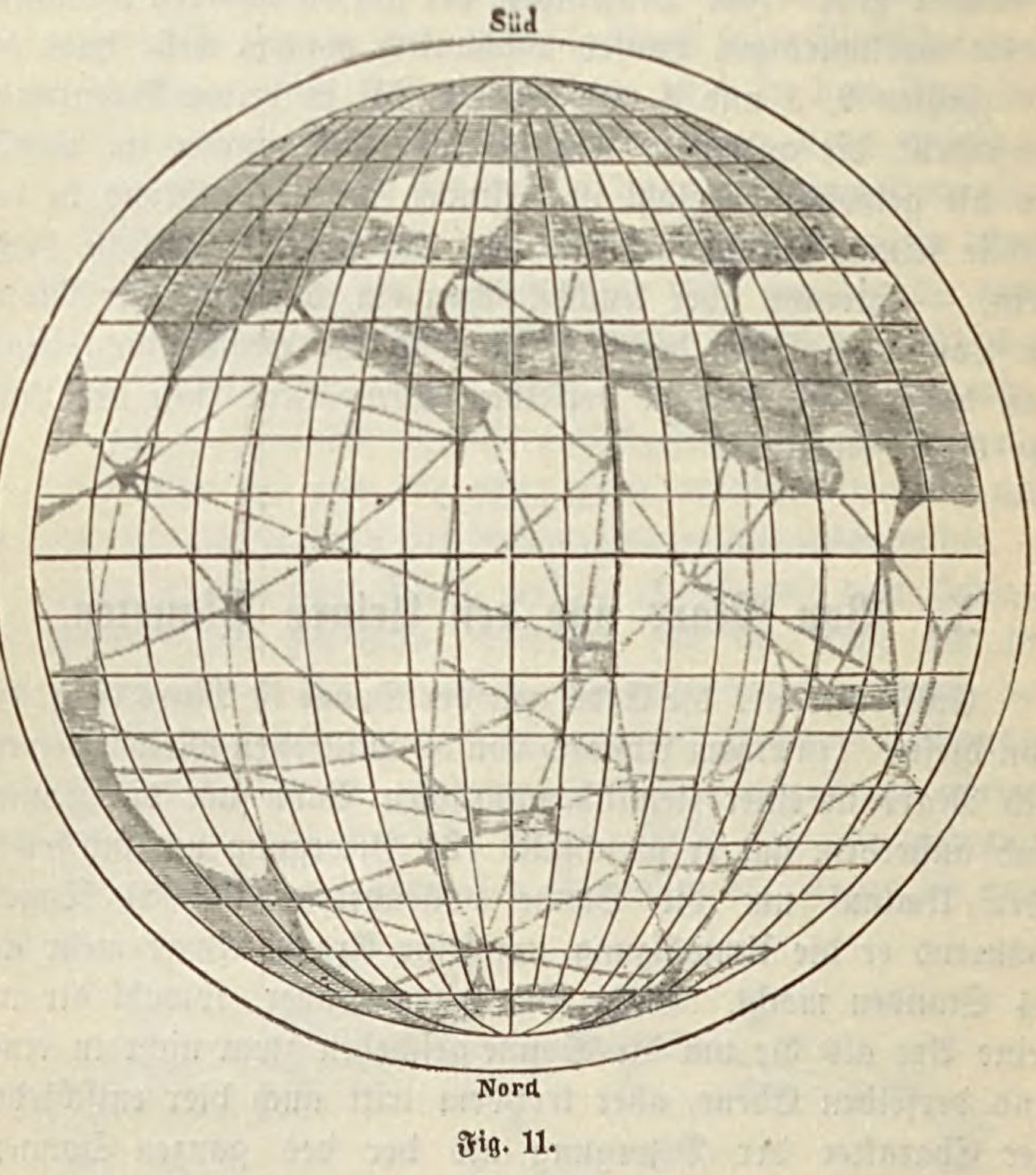


Fig. 11.
Mars.

daß zwischen Mars und Jupiter noch ein Planet vorhanden sei. — Diese Vermutung, obgleich sie auf keinem wissenschaftlichen, klaren Grund beruhete, hat sich glänzend bestätigt. —

Am 1. Januar 1801, in der ersten Nacht dieses Jahrhunderts, wurde ein kleiner Planet entdeckt, der in seiner Entfernung dort etwa steht, wo man den Planeten vermutete. Seiner Kleinheit wegen war er bis dahin übersehen worden, als man aber erst seine Aufmerksamkeit auf diese Lücke richtete, entdeckten die Astronomen bald in den darauf folgenden Jahren noch drei andere kleine Planeten, die in nahe gleicher Entfernung von der Sonne ihren Umlauf um dieselbe machen. — So kannte man denn von 1807 bis 1845 vier kleine Planeten, die hinter Mars ihre Bahn haben. Von diesem Jahre ab und bis zum Jahre 1898 sind aber in dieser Gegend des Sonnensystems alljährlich neue Planeten entdeckt worden, so daß eine große Zahl kleiner Himmelskörper bekannt ist, welche in wenig abweichender Entfernung von der Sonne ihren Umlauf um dieselbe vollenden. Merkwürdiger Weise war man sehr galant gegen diese neuen Gäste; während man bisher nur einem Planeten, der ganz besonders schön leuchtet, einen weiblichen Namen, den Namen der griechischen Liebesgöttin: Venus gegeben hatte, erhielten die bisher neu entdeckten 400 kleinen Planeten weibliche Namen, so daß den Namen nach eine Art Weiberwirtschaft im Sonnensystem herrscht.

Wir wollen uns begnügen, hier die Namen der ersten 24 herzusetzen, und zwar der Reihe nach, wie sie in den Entfernungen von der Sonne stehen. Sie heißen: 1) Flora; 2) Melpomene; 3) Victoria; 4) Vesta; 5) Iris; 6) Metis; 7) Hebe; 8) Parthenope; 9) Fortuna; 10) Massalia; 11) Lutetia; 12) Thetis; 13) Egeria; 14) Asträa; 15) Irene; 16) Eunomia; 17) Thalia; 18) Juno; 19) Ceres; 20) Pallas; 21) Calliope; 22) Psyche; 23) Hygiea; 24) Phocäa u. s. w. Sie sind sämtlich von so kleinem Durchmesser, daß man ihre Größe nicht mit Sicherheit hat bestimmen können; die Bahnen aber, in welchen sie sich um die Sonne bewegen, sind bereits mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt und bieten untereinander so viel

Verschiedenheit dar, daß man die ehemals herrschende Vorstellung, als ob sie die Stücke eines großen, gesprengten Planeten seien, ziemlich aufgegeben hat. Man nimmt vielmehr an, daß sie in dieser Himmelsgegend ursprünglich sich nur als kleine Planeten gebildet haben und daß sie eine Art demokratisches Reich im großen Sonnensystem bilden, das in seiner Verfassung sonst mehr eine monarchische Regierung hat.

XI. Von Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

In fast noch einmal so großer Entfernung als die kleinen Planeten von der Sonne wandert Jupiter seine Bahn um dieselbe. Jupiter (Fig. 12) ist nächst Venus der leuchtendste Stern am Himmel und ist deshalb sehr leicht aufzufinden, zumal wenn man sich's merkt, daß das Licht aller Planeten ein ruhiges und nicht ein flimmerndes ist, wie das der Fixsterne, wodurch man nicht leicht das Ansehen des Jupiter mit irgend einem Fixstern erster Größe verwechselt. Wenn man ein mäßiges Taschen-Fernrohr von guter Lichtstärke auf diesen Stern richtet, so sieht man nicht nur eine volle Kugelgestalt desselben, sondern man nimmt auch bei ruhiger Luft schon wahr, daß er an den Polen etwas abgeplattet ist. Interessanter noch ist es, wahrzunehmen, daß er von fünf Monden in seiner Bahn begleitet wird, die Jupiter ganz in derselben Weise umkreisen wie unser Mond die Erde, und deren letzter erst am 9. September 1892 entdeckt wurde. Die Bewohner des Jupiter haben daher eine Mondscheinbeleuchtung ganz eigener Art, indem bei ihnen fünf Monde diesen Dienst versehen, den bei uns der eine leistet. — So interessant die Betrachtung an sich über diese fünf Monde ist, so sehr wird sie doch von der Wichtigkeit aufgewogen, die diese fünf Monde Jupiters für uns haben. Denn diese Monde

eben waren es, deren Betrachtung und Beobachtung uns die Geschwindigkeit des Lichtes lehrte, und sie sind noch jetzt die sichersten Zeichen zur Bestimmung aller Entfernungen auf der Erde. Wir haben es bereits an einer anderen Stelle auseinandergesetzt, wie das zugeht, daß man erst aus den Monden

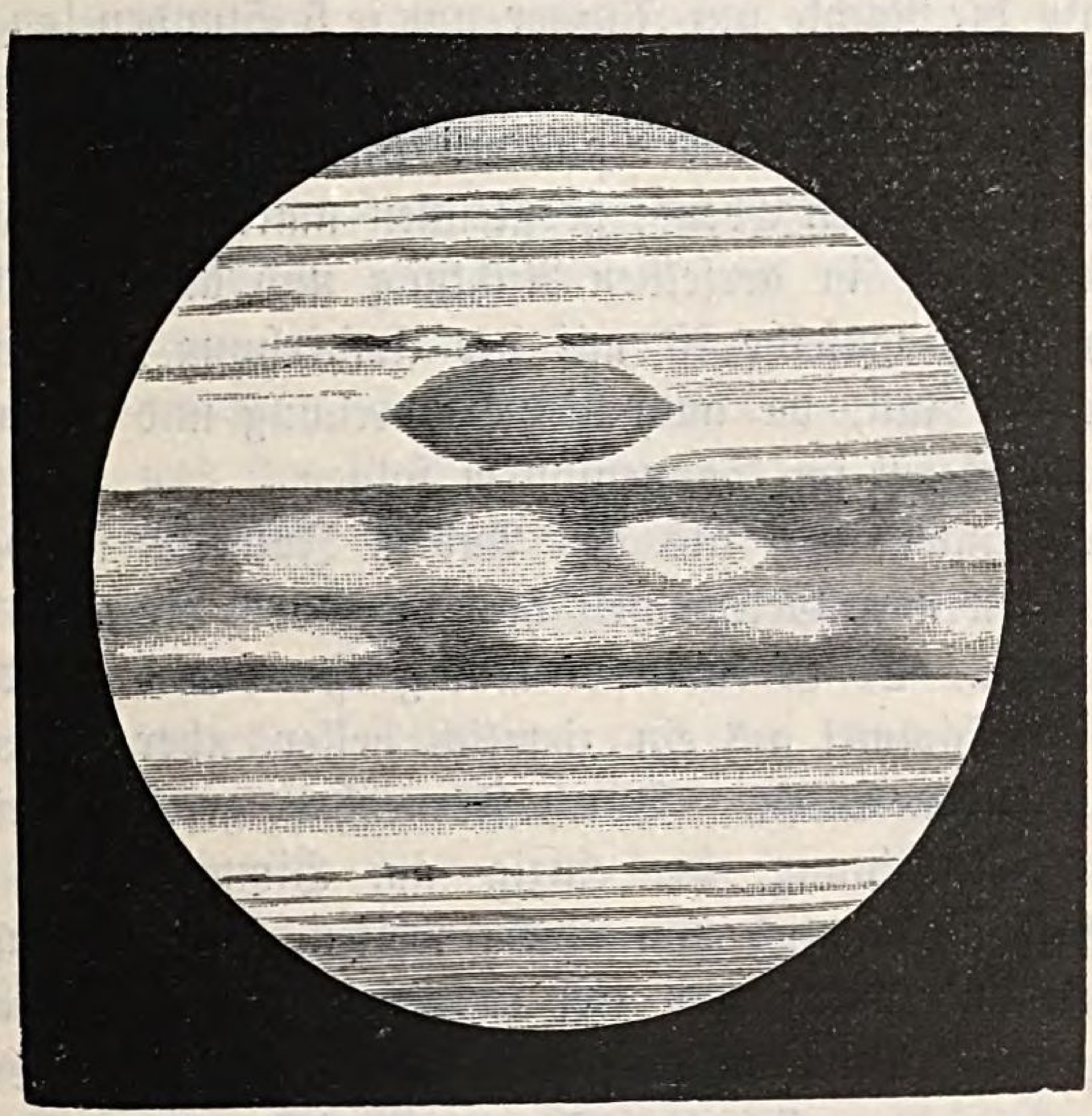


Fig. 12.

Jupiter.

Jupiters genau erfahren kann, wie weit es z. B. von Berlin bis London ist. Wir würden diese Entfernung, die man nicht mit dem Zollstock ausmessen kann, unmöglich so genau wissen, wenn man nicht die Verfinsterung der Monde Jupiters so genau studiert und berechnet hätte, und wenn nicht deren gleichzeitige Beobachtung in Berlin und London einen geistigen

Maßstab geben würde, durch den man sehr genau die Entfernung der beiden Städte von einander abmessen kann.

Die Entfernung Jupiters von der Sonne beträgt 103 Mill. Meilen. Er ist an 1300 mal größer als unsere Erde. Seine Umlaufszeit um die Sonne dauert nahe an 12 Erdjahre. Dabei dreht er sich in zehn Stunden um seine Axe, sodaß die Tage und ebenso die Nächte auf Jupiter nur je 5 Stunden lang sind. Auch der Umlauf Jupiters um die Sonne geschieht in derselben Richtung, wie die der anderen Planeten und seine Bahn liegt fast in derselben Ebene; desgleichen umkreisen ihn die fünf Monde ebenfalls in derselben Richtung und derselben Ebene, und auch ganz dasselbe ist mit der Umdrehung Jupiters um seine Axe der Fall, da auch hier Umdrehung und Ebene dem allgemeinen Gesetz im Sonnensystem folgen.

Interessanter noch als der Anblick Jupiters ist der des Saturn, wenn man Gelegenheit hat, ihn durch ein gutes Fernrohr zu sehen. Er ist etwa 700 mal größer als die Erde und erscheint am Himmel als ein ziemlich heller, aber keineswegs stark leuchtender Stern. Durch Fernröhre gesehen, zeigt er aber eine Erscheinung, die einzig am Himmel ist. Seine Kugelgestalt ist nämlich von einem weiten, breiten Ring eingeschlossen, und wenn man ihn in einer Zeit beobachtet, wo der Ring am deutlichsten zu sehen, was nicht immer der Fall ist, dann kann man sich des Staunens nicht enthalten, selbst

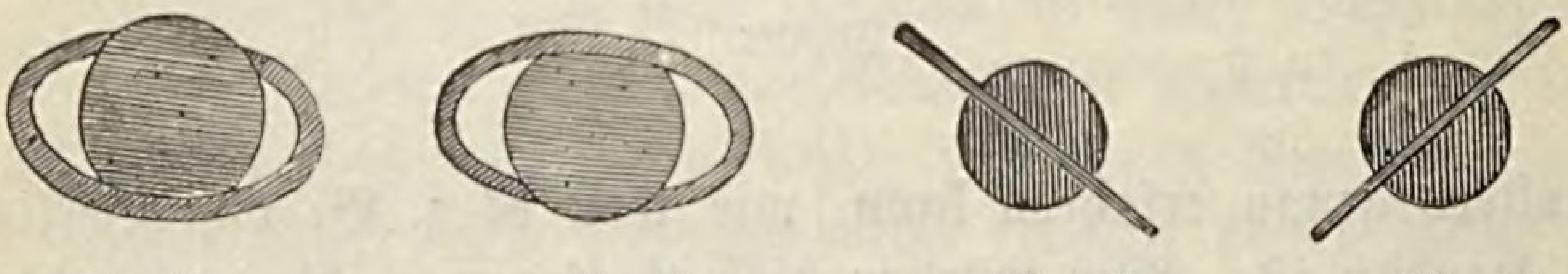


Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

Saturn in verschiedenen Stellungen.

wenn man diesen Anblick öfter gehabt hat. Die Figuren 13 bis 16 zeigen den Anblick des Saturn in verschiedenen Stel-

lungen zur Erde und zur Sonne. — Wie dieser Ring entstanden sein mag, ist eine Frage, die viele Antworten hervorgerufen hat. Die wahrscheinlichste ist immer, daß einst Saturn so groß war, daß sein Durchmesser dem des Ringes gleich kam, daß ferner Saturn eben wie alle Planeten eine Umdrehung um die Axe hatte, wie man solche auch noch jetzt an ihm wahrnimmt; daß aber zugleich auch eine Verdichtung und Verkleinerung des Planeten stattgefunden, während sein Äquator bereits erhärtet war, so daß dieser sich nicht verkleinerte und als Ring verblieb, indes der Planet selber zu einer kleinen Kugel in seiner Mitte sich zusammen zog. Wie dem aber auch gewesen sein mag, es ist eine Thatsache, daß die Gestaltungen und Formen auch in der Planetenwelt manigfaltig sind und sein können, und der Ring des Saturn, wie die bedeutend angewachsene Zahl der kleinen Planeten, die schwerlich Bruchstücke von einem einzigen Planeten sind, lehren uns, wie leicht man irrt, wenn man im voraus die ganze Natur so sich denkt, wie gerade dasjenige Stückchen erscheint, das wir übersehen können. Denn trotz allen Philosophierens und kühnen Weissagens über die Natur hat doch kein Mensch an einen Planeten mit einem solchen Ring um den Leib und an eine Sammlung kleiner Planeten statt eines großen gedacht, ehe nicht das Fernrohr unsern Blick geschärft und die Natur selber sprechen ließ über die Mannigfaltigkeit ihrer Schöpfungen.

Auch die Bewegungen des Saturn, der fast noch einmal so weit entfernt ist von der Sonne als der Jupiter und $9^1/_2$ mal so weit von ihr als die Erde und fast dreißig Jahre braucht, um seinen Umlauf um die Sonne zu vollenden, sind ganz in derselben Weise wie die sämtlichen Planeten, d. h. von West nach Ost oben herum. Außer seinem Ring, der sich um ihn mit einer Schnelligkeit dreht, als ob jeder einzelne Punkt desselben ein Mond wäre, bewegen sich noch 8 Monde um ihn, die nur durch sehr große Fernröhre sichtbar sind; und ihre Be-

wegungen sind gleichfalls denen gleich, die im Sonnensystem vorherrschen, so daß die Richtung der Bewegung dem allgemein herrschenden Gesetze unterworfen scheint.

Bis zum Jahre 1781 glaubte man, daß mit Saturn das Sonnensystem abgeschlossen sei, d. h. daß sich kein Planet in noch größerer Entfernung von der Sonne um diese bewege. Allein der große Astronom William Herschel entdeckte am 13. März jenes Jahres einen neuen Planeten, den man Uranus nannte, und der in einer Entfernung von 380 Millionen Meilen von der Sonne seinen Umlauf um dieselbe macht, wozu er mehr als 84 Jahre braucht. Obwohl man ihn seit der Zeit fleißig beobachtete, hat man doch Näheres über sein Umdrehen um seine Axe noch nicht bemerken können, woran die große Entfernung von uns schuld ist. Es bewegen sich auch sechs Monde um ihn herum; allein sie gehören zu den schwierigsten Gegenständen des Himmels und sind mit den besten Fernröhren oft nicht zu sehen. — Hier bei diesem Planeten und seinen Monden zeigt sich eine eigentümliche Merkwürdigkeit der Bewegung. Während der Planet selber sich in der Richtung und der Ebene ganz so bewegt, wie die übrigen Bewegungen im Sonnensystem sind, bewegen sich wenigstens zwei seiner Monde von Ost nach West. Hier also zeigt es sich zum erstenmal, daß eine Bewegung im Sonnensystem der allgemeinen Richtungen der Bewegungen nicht entspricht. Es lehrt uns dies wieder, wie gefährlich es ist, allgemeingültige Gesetze aus vielfach wiederholten Erscheinungen festzustellen, wenn man die innern Gründe der Gesetze nicht kennt! Offenbar liegt der Übereinstimmung in den Bewegungen der Himmelskörper, in Richtung und Ebene ein Gesetz zu Grunde; daß es aber kein unumstößlich allgemeines sein kann, geht aus den Bewegungen der Uranusmonde hervor, die dem Gesetze widersprechen.

Wir kommen zum Neptun, dem letzten Körper des Sonnensystems; aber was wir über seine Entdeckung aufzuführen

haben, ist eine Thatsache, die unserm Jahrhundert Ursache giebt, mit größtem Stolz auf eine der bewundernswertesten Thaten menschlichen Scharfsinns zurückzublicken. Wir wollen sie daher unsern Lesern etwas ausführlicher vorführen.

XII. Zur Erklärung einer wunderbaren Entdeckung.

Es wundern sich oft viele, daß, wenn ein neuer Planet entdeckt wird, — und dies ist in den letzten Jahren oft der Fall gewesen — man schon nach wenig Tagen zu bestimmen weiß, wie weit er von der Sonne entfernt ist, und in wie viel Jahren er seinen Umlauf um dieselbe macht. — Wie ist es möglich, meinen sie, den neuen, unbekannten Gast schon nach kurzer Bekanntschaft so genau zu kontrolieren, daß man seinen Weg und die Zeit, die er dazu braucht, auf Jahre voraus genau bestimmen kann?

In Wahrheit aber kann man das; und es steht fest, daß keine Post und keine Eisenbahn so sicher ihre Ankunft an einer Station auf die Stunde anzugeben imstande ist, als die Astronomen die Ankunft eines Himmelskörpers, den sie, wenn auch nur kurze Zeit, beobachtet haben.

Aber es geschieht zuweilen noch mehr. Im Jahre 1846 hat ein Pariser Naturforscher, Leverrier, ohne in den Himmel zu sehen, ohne Beobachtungen anzustellen, rein durch Rechnung herausgebracht, daß 600 Millionen Meilen von uns entfernt ein Planet vorhanden sein muß, den kein Mensch noch gesehen hat; daß dieser Planet in 60 238 Tagen und 11 Stunden seinen Umlauf um die Sonne macht; daß er $24^1/_2$ mal schwerer ist, als unsere Erde, und zu einer bestimmten Stunde an einer bestimmten Stelle am Himmel aufgefunden werden würde, wenn man nur so gute Fernröhre hätte, um ihn sehen zu können. Ist das nicht staunenswert?

Leverrier zeigte all' dies der Akademie der Wissenschaften in Paris an; und die Akademie der Wissenschaften sagte nicht, der Mann ist thöricht, wie kann er wissen, was 600 Millionen Meilen weit vorgeht, da er nicht einmal weiß, was morgen für Wetter sein wird? Die Akademie sagte nicht: der Mann will uns täuschen, da er Dinge behauptet, von denen ihm niemand beweisen kann, daß sie unwahr sind. Die Akademie sagte auch nicht: der Mann ist ein Betrüger, denn er wird wohl den Planeten schon gesehen haben und thut so, als ob nur seine Weisheit dessen Dasein ausfindig gemacht hat, sondern die Akademie nahm seine Arbeit mit großem Ernst auf, denn man kannte Leverrier als großen Naturforscher und hatte auch von ihm erfahren, auf welchem Wege er zu seiner Entdeckung gekommen, und welche guten Gründe er hatte, seine Behauptungen für wahr zu halten.

Und der Erfolg krönte seine Entdeckungen in der glänzendsten Weise.

Im Januar 1846 hatte er diese Anzeige der Akademie gemacht; am 31. August teilte er nähere Bestimmungen über den neuen, noch ungesehenen Planeten mit, und wie sich denken läßt, erweckte dies Erstaunen und Verwunderung aller Forscher und Lächeln und Unglauben aller Halbgebildeten.

Am 23. September desselben Jahres erhielt Galle, — später langjähriger Direktor der Breslauer Sternwarte, damals Gehülfe an der Berliner Sternwarte, jetzt in Potsdam lebend, — der sich durch glückliche Entdeckungen bereits ausgezeichnet hatte, ein Schreiben von Leverrier mit der Aufforderung, an der genau bezeichneten Stelle am Himmel dem neuen Planeten aufzulauern. Die Berliner, die Königsberger und die Dorpater Sternwarte besaßen nämlich damals die besten Fernröhre; Berlin aber hatte von den genannten Orten die günstigste Lage zur Beobachtung des Himmels, weil es nicht so weit nördlich wie diese liegt.

Und noch an demselben Abend beobachtete Galle den Himmel an der angegebenen Stelle und fand wirklich den Planeten, und zwar nur außerordentlich wenig entfernt von

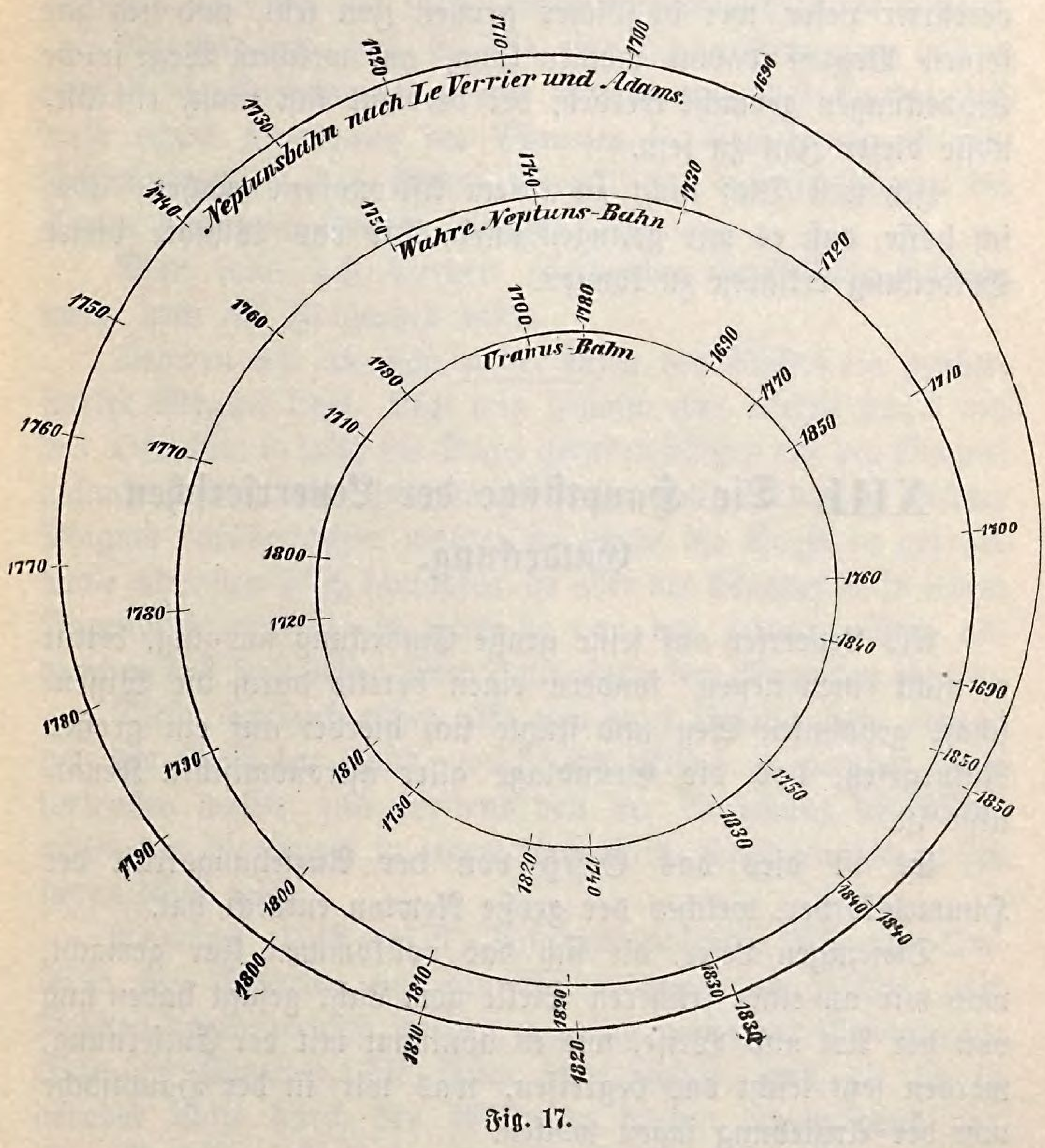


Fig. 17.

dem Punkt, den Leverrier angegeben hatte. Wie außerordentlich gering die Abweichung der wirklichen Neptunsbahn von der durch Leverrier errechneten ist, zeigt Fig. 17.

Mit Recht nennt man diese Entdeckung Leverrier's den größten Triumph, den jemals eine Forschung erlebt hat. Dergleichen ist in der That noch niemals dagewesen, und unser Jahrhundert hat Ursache stolz darauf zu sein. — Aber, mein verehrter Leser, wer in solcher großen Zeit lebt, und sich gar keinen Begriff davon machen kann, auf welchem Wege solche Entdeckungen gemacht werden, der verdient fast nicht, ein Genosse dieser Zeit zu sein.

Ich will Dich nicht zu einem Astronomen machen; aber ich hoffe, daß es mir gelingen wird, Dir das Wunder dieser Entdeckung erklären zu können.

XIII. Die Hauptstütze der Leverrierschen Entdeckung.

Als Leverrier auf seine große Entdeckung ausging, betrat er nicht einen neuen, sondern einen bereits durch die Wissenschaft gebahnten Weg und stützte sich hierbei auf ein großes Naturgesetz, das die Grundlage aller astronomischen Kenntnisse ist.

Es ist dies das Gesetz von der Anziehungskraft der Himmelskörper, welches der große Newton entdeckt hat.

Diejenigen Leser, die sich das vollkommen klar gemacht, was wir an einer früheren Stelle vom Licht gesagt haben und von der Art und Weise, wie es abnimmt mit der Entfernung, werden jetzt leicht das begreifen, was wir in der Hauptsache von der Anziehung sagen wollen.

Jeder Himmelskörper besitzt eine Anziehungskraft und zieht den andern auch wirklich an, ganz so, wie ein Magnet Eisen anzieht.

Wären die Himmelskörper, also alle Planeten, z. B. nicht in Bewegung, so würden sie in der That einander immer näher und näher kommen, und da die Sonne eine so überaus starke Anziehungskraft hat, so würden sie alle der Sonne zustürzen und sich mit ihr zu einem einzigen Körper vereinigen.

Nur dadurch, daß sie alle eine eigene Bewegung haben, bewirkt die Anziehung nur eine Veränderung des Laufes, und diese eigene Bewegung der Planeten in Verbindung mit der Anziehungskraft der Sonne bewirkt es, daß sie sich um die Sonne herum in Kreisen bewegen.

Man kann sich hiervon leicht eine Vorstellung machen, wenn man sich Folgendes denkt.

Nehmen wir an, daß in der Mitte des Tisches ein großer, starker Magnet liegt. Legt nun jemand eine eiserne Kugel auf den Tisch hin, so wird die Kugel geraden Weges auf den Magnet zulaufen, wenn aber jemand die Kugel rollt, so daß sie an dem Magnet vorüberlaufen müßte, so würde die Kugel in gerader Linie über den Tisch hinlaufen, da aber der Magnet sie in jedem Augenblicke anzieht, so wird sie von der geraden Linie abweichen und statt dessen einen Umlauf um den Magneten machen.

Dieser Umlauf rührt also von zwei Kräften her, erstens von der Kraft der Hand, welche die Kugel in gerader Linie fortrollen wollte, und zweitens von der Anziehung des Magneten, der die Kugel in jedem Augenblicke ihres Laufes zu sich heranziehen will.

Newton (1642—1727) hat nachgewiesen, daß alle Umläufe der Planeten um die Sonne von eben solchen zwei Kräften hervorgerufen werden, nämlich von einer Bewegungskraft der Planeten, die ihnen inne wohnt, und die sie in gerader Linie durch den Weltraum treiben würde, und von einer Anziehungskraft der Sonne, welche diesen geradlinigen Lauf fortwährend stört und die Planeten zwingt, einen Umlauf um die Sonne zu machen.

Newton hat aber noch mehr entdeckt. Er hat durch Rechnungen nachgewiesen, daß man genau aus der Umlaufszeit eines Planeten beweisen kann, wie stark die Anziehungskraft der Sonne auf ihn wirkt. Ist nämlich die Anziehungskraft stark, so wird sein Umlauf schnell sein; ist die Anziehungskraft schwach, so wird ein Planet langsamer um die Sonne laufen.

Wenn z. B. die Sonne mit einem Male einen Teil ihrer Anziehungskraft verlieren würde, so würde die Erde weit langsamer um die Sonne laufen, und das Jahr, das jetzt 365 Tage hat, würde dann viel mehr Tage haben.

Endlich aber hat Newton nachgewiesen — und das ist für uns jetzt die Hauptsache — daß die Anziehungskraft der Sonne in ihrer Nähe stark ist und in ihrer Entfernung schwächer wird, daß also die entfernten Planeten schwächer von der Sonne angezogen werden, als die ihr nahen, und zwar nimmt die Anziehungskraft mit der Entfernung ganz in derselben Weise ab, wie wir es beim Licht gesehen haben, nämlich: im Quadrat der Entfernung. Das heißt: ein Planet, der zweimal so weit entfernt ist von der Sonne, als die Erde, wird viermal, einer der dreimal so weit entfernt ist, wird neunmal schwächer von ihr angezogen.

Dieses große, durch die ganze Natur gehende Gesetz ist, so zu sagen, die Grundlage der Astronomie, und war auch die Hauptstütze für die großartige Entdeckung des Naturforschers Leverrier.

XIV. Die großartige Entdeckung.

Jedem denkenden Menschen muß wohl schon die Frage nahe gelegen haben: wenn es wahr ist, daß die Himmelskörper

einander anziehen, warum zieht nicht ein Planet den andern so an, daß sie um und durch einander herumlaufen?

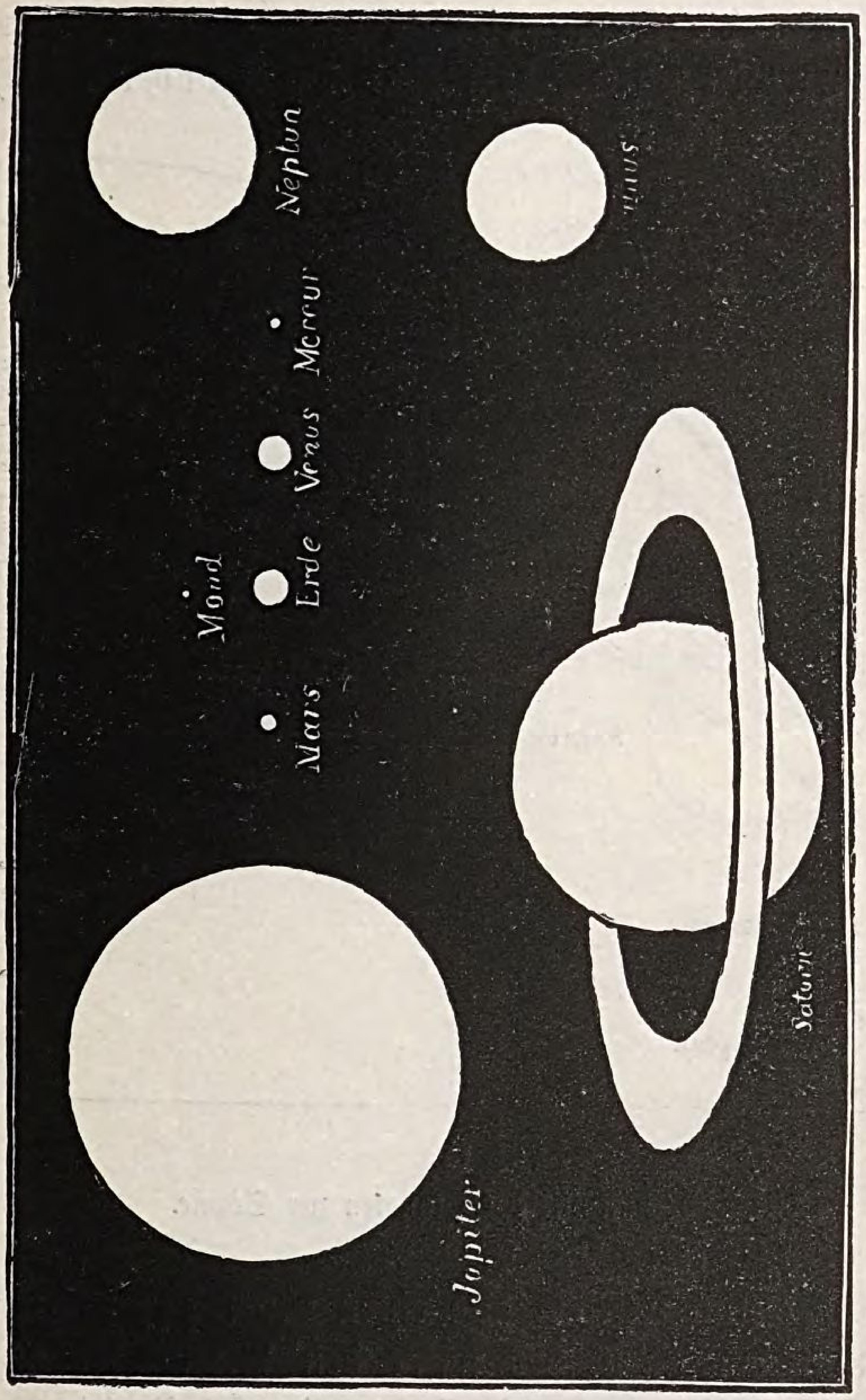


Fig. 18.
Größenverhältnisse der Planeten untereinander.

Diese Frage hat sich auch bereits Newton vorgelegt und hat auch die Antwort darauf gegeben. Die Anziehungskraft hängt ab von der größeren oder geringeren Masse der Himmels-

körper. Im Sonnensystem hat nun die Sonne eine so große überwiegende Masse gegen alle Planeten, daß sie die Hauptanziehung und darum den Umlauf der Planeten um die Sonne bewirkt. Würde die Sonne einmal verschwinden, so würde wirklich die Einwirkung der Planeten auf einander ungeheuer

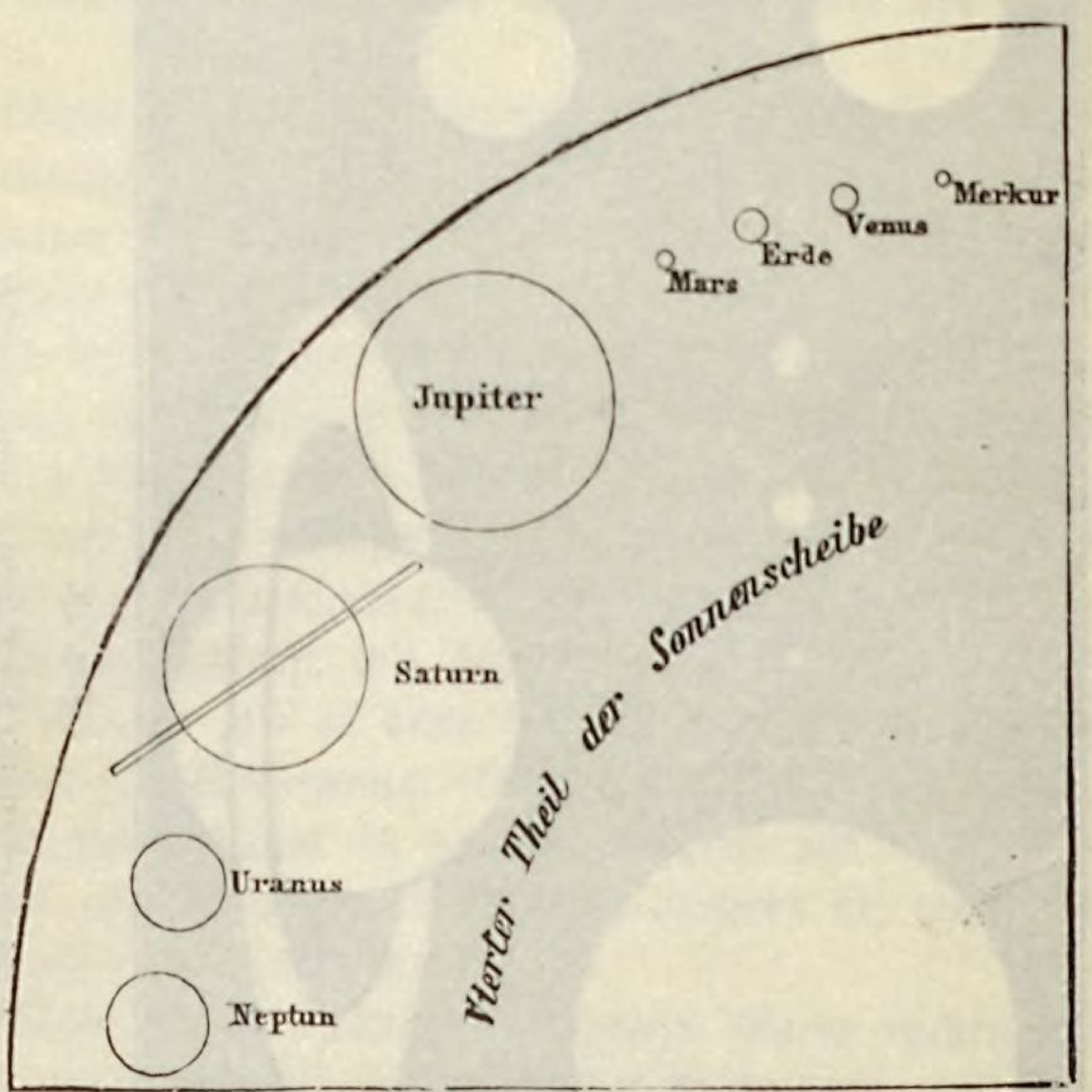


Fig. 19.
Größenverhältnisse der Planeten zur Sonne.

sein, und namentlich würden alle einen neuen Umlauf um den Planeten Jupiter machen, der unter den Planeten die größte Masse hat. — So ist z. B. die Sonne eine Masse, die 319 500 mal schwerer ist, als die Erde, wohingegen Jupiter nur 305 mal schwerer als die Erde ist. Es ist klar, daß die Masse der Sonne an tausendmal die des Jupiter überwiegt, und

deshalb auch die Erde, so lange die Sonne existiert, niemals um Jupiter sich bewegen wird.

Allein trotz alledem zieht dennoch Jupiter die Erde an; aber wenn er auch dieselbe nicht aus der Bahn um die Sonne reißen kann, ist er doch nicht ohne Einfluß auf den Lauf der Erde, und wirklich haben Beobachtung und Rechnung gezeigt, daß durch die Anziehung des Jupiters auf die Erde ihr Lauf um die Sonne etwas verändert, oder was man so nennt: „gestört“ wird.

Und wie das mit Jupiter und der Erde der Fall ist, so ist es auch mit allen Planeten der Fall, ihre gegenseitigen Anziehungen stören wirklich ihre Bahnen um die Sonne, und jeder Planet geht wirklich in einer anderen Bahn um dieselbe, als er ohne diese Störung gehen müßte.

Diese Störungen zu berechnen ist die größte Schwierigkeit in der Astronomie, und erfordert die ausdauerndsten und allerscharfsinnigsten Studien, die jemals im Gebiet der Naturwissenschaften gemacht worden sind.

Freilich wird sich jeder von selbst fragen, ob nicht Störungen mit der Länge der Zeit so groß werden können, daß sie das ganze Sonnensystem in Verwirrungen bringen? Und diese Frage hat sich auch wirklich der große Mathematiker Laplace (1749—1827) vorgelegt. Er hat aber in einem unsterblichen Werke: „die Mechanik des Himmels“ den Beweis geliefert, daß alle Störungen nur eine bestimmte Zeitdauer haben, und daß das Sonnensystem so konstruiert ist, daß gerade durch die Anziehungen, die die Störungen veranlaßt haben, wieder nach bestimmten Zeiten eine Regulierung eintritt, so daß für die Dauer die Ordnung immer wieder hergestellt wird.

Nunmehr wird es jedem klar sein, daß, wenn irgend ein Planet unsichtbar wäre, er dennoch den Naturforschern sein Dasein verraten würde, und zwar durch die Störungen, die er im Lauf der anderen Planeten veranlaßt, sobald seine Masse

nicht gar zu gering und also seine Anziehungskraft nicht gar zu unbemerkbar ist.

Und nun sind wir so weit, daß wir zu unserem Hauptthema kommen können.

Bis zum Jahre 1846, wo Leverrier seine große Entdeckung machte, glaubte man, daß der Planet Uranus der letzte Planet sei, der um die Sonne läuft. Uranus selber wurde erst im Jahre 1781 von Herschel in England entdeckt, und da er 84 Jahre braucht, um seinen Umlauf um die Sonne zu vollenden, so hatte man im Jahre 1846 noch nicht einmal einen ganzen Umlauf des Uranus beobachtet gehabt; trotzdem aber berechnete man seinen Lauf sehr genau, weil man die Anziehungskraft der Sonne kannte und auch die Störungen in Rechnung brachte, welche die bekannten Planeten auf ihn ausüben.

Aber aller Sorgfalt der Rechnung zum Trotz wollte der wirkliche Lauf des Uranus nicht mit dem berechneten übereinstimmen. Man kam also schon vor Leverrier's Entdeckung auf den Gedanken, daß jenseits des Uranus, in einer Region, wohin unser Auge selbst mit Hilfe der Fernröhre nichts entdecken konnte, wohl noch ein Planet vorhanden sein müßte, der den Lauf des Uranus ändere. Der leider für die Wissenschaft zu früh verstorbene Bessel (1784—1846) in Königsberg war schon hinterher, durch Rechnung den unbekannten Störer herauszufinden. Er starb aber kurz vor Leverrier's Entdeckung. Ja schon im Jahre 1840 schrieb Mädler in Dorpat ein sehr schönes Kapitel in seiner populären Astronomie über diesen ungesehenen Störer. — Leverrier aber ging ans Werk, er rechnete mit einem von Kennern bewunderten Scharfsinn. Er forschte nach, wo dieser Störer am Himmel stehen muß, wenn er den Uranus so und so zu stören vermag? Wie schnell bewegt sich dieser Störer selber in seiner Bahn? Und wie groß ist seine Masse? — Und so haben wir den Triumph der Wissen-

schaft erlebt, daß ein Leverrier mit dem geistigen Auge, nur durch Rechnungen einen Planeten entdeckte, der 600 Millionen Meilen weit von ihm entfernt war.

Darum: Ehre dieser Wissenschaft! Ehre den Männern, die sie pflegen! Und Ehre dem Menschengeist, der schärfer blickt, als das Menschenauge!

Eine Phantasie-Reise im Weltall.

I. Die Abreise.

Wer bereit ist, mit uns einen Ausflug in den Weltraum zu machen, der schnüre sein Bündel, versehe sich mit einer Paßkarte und versorge sich mit etwas Proviant; denn unsere Reise wird zwar sehr schnell gemacht, aber dafür sehr weit in den Raum hinausgehen.

Was aber wollen wir ins Bündel thun? Was soll in der Paßkarte stehen? und was müssen wir im Proviant-Beutel mitführen?

Im Bündel wollen wir unsere Gedanken beisammenhalten. In der Paßkarte wollen wir uns die Stationen vorschreiben lassen, und in den Proviant-Beutel wollen wir unsere ganze Unterhaltungs-Gabe einpacken.

Reisen wir zu Wasser? zu Pferde? per Eisenbahn?

Nichts von dem! Wir reisen mit Hilfe eines elektrischen telegraphischen Apparats!

Die alten Griechen haben sich zwar die Phantasie durch ein Pferd mit Flügeln zu versinnlichen gesucht; die alten Hebräer haben sich sogar die göttliche Allmacht auf Sturmes-Fittigen einherfahrend gedacht. Hätten die Griechen eine Lokomotive und die Hebräer einen Luftballon gekannt, so würden sie genötigt gewesen sein, für Phantasie und Allmacht andere Reisegelegenheiten zu ersinnen, und hätten sie wie wir

elektrische Telegraphen gehabt, so würden sie jene Vorstellungen wahrscheinlich durch einen Metalldraht versinnlicht und würden vielleicht alle verketzert haben, die solchem Draht samt Gutta-Percha-Überzug keine begeisterte Verehrung zollen mochten.

Wir aber sind in diesem Sinne wenigstens keine Ketzer; ja wir gehen noch ein Stückchen weiter. Wir wollen uns zur Phantasie-Reise einen elektrischen Telegraphen phantasieren, der zunächst von der Erde zum Mond, unserm nächsten Nachbar am Himmel, führt, und uns die noch schönere Phantasie vorphantasieren, daß man auf solchem Draht nicht nur Packete, sondern auch Passagiere, mindestens Gedanken-Passagiere, befördern kann.

Also frisch auf! Wir treten die Reise an!

Doch halt! Wir müssen für diejenigen, die noch mitwollen, auch den Ort bezeichnen, wo wir von dem Erdenrund abfahren, da möglicherweise viele Zweifel hierüber entstehen könnten. Der Ort, den wir meinen, wird bald gefunden sein.

Wer einen Globus oder eine Landkarte vor sich hat, worauf die ganze Erde abgemalt ist, der wird zugeben, daß die Erde eine Kugel ist. Diese Kugel, das ist ausgemacht, dreht sich in vierundzwanzig Stunden um ihre Axe, deren beide Enden als zwei Pole bekannt sind. Rings um die Mitte dieser Kugel, sozusagen um den Bauch der Erde, ist auf Globus und Landkarte ein dicker Strich, ein Gürtel zu sehen, den man „Äquator“ nennt, und da wir zu gutgesinnt sind, um uns nach irgend einer Seite hin entschieden zu halten, wollen wir uns auf dieser Mittel-Linie einen Punkt zur Abfahrt auswählen.

Der Punkt ist gleichfalls schnell gefunden.

Auf Globus und Landkarte wird jedermann schon gesehen haben, wie da von einem Pol zum andern feine Linien gezeichnet sind, die quer durch den Äquator laufen, sogenannte Meridiane. Die Linien sind numeriert, und da wir die ersten Passagiere auf unserer Phantasie-Reise sind, wollen wir die

Linie, die mit Nummer Null bezeichnet ist und welche in ihrem weiteren Verlauf grade durch die berühmte, alte Sternwarte in Greenwich bei London geht (Greenwicher Meridian), ins Auge fassen, und den Punkt zur Abreise wählen, wo diese von Pol zu Pol laufende Linie den Gürtel quer durchkreuzt, obgleich dieser Punkt mitten im Meere liegt und schwerlich ein Konstabler da ist, um unsere Reise zu legitimieren.

Und nun: Adieu! Der Zug geht ab!

Wohin?

Unsere erste Station wird der Mond sein; zunächst jedoch wollen wir oben ein paar tausend Meilen von der Erde ab ein wenig Halt machen und einmal sehen, wie es unserer Erdkugel ohne uns ergeht.

Unter uns liegt diese Erdkugel von einer Lufthülle umgeben. Die Lufthülle ist dunstig, wolkig und läßt sich nicht durchblicken; über uns ist der Himmel merkwürdig klar, eher schwarz als blau, und die Sterne, die sonst durch die bewegte Luft gesehen so sehr funkeln, leuchten jetzt in nie gesehenem, ruhigen Glanze. Wären wir gewöhnliche Passagiere, ähnlich denen, die sich in Luftballons ein Stückchen von der Erde entfernen, so würden wir wie diese von der Erde nichts sehen, als Dunst und Nebel. Da wir aber Phantasie-Reisende sind, so wollen wir unser Gedanken-Bündel vornehmen und mit Hilfe von Gedanken, die bekanntlich zollfrei sind, uns diese Dünste und Nebel fortwischen.

Ah! Da sehen wir richtig die Erde!

Sie ist wirklich eine Kugel und dreht sich so, daß der Punkt, von wo wir abgereist sind, schon nicht mehr unter uns liegt. Er hat sich fortgewendet nach der Richtung, die man da unten Osten nennt. Eigentlich ist ungeheuer viel Wasser, und nur sehr wenig Erde auf der Erde. Das, was die Menschen da unten Erde oder gar Welt nennen, sind nur Inseln, die das Wasser nicht bedeckt hat. Wie nichtig klein ist

dort links Europa! Da nehmen sich Asien und Afrika schon ganz respektabel dagegen aus. „Wo ist des Deutschen Vaterland?“ Wahrhaftig, wir können es von hier nicht einmal finden. Hessen-Darmstadt ist sogar mit dem Mikroskop kaum aufzuspüren.

Doch halt! hier sehen wir etwas Neues, das müssen wir uns näher betrachten!

II. Auf der Station zwischen Erde und Mond.

Die eine Halbkugel ist von der Sonne beleuchtet; aber wir stehen glücklicherweise auf unserer Phantasie-Station so, daß wir auch noch ein Stück unbeleuchtete Erde sehen. — Welch' ein herrlicher Saum von Dämmerlicht grenzt den lichten von dem dunkeln Teil der Erde ab. Auch der dunkele Teil ist nicht völlig finster und unsichtbar, denn die durchleuchtete Luft senkt milde, matte, aber doch wirksame Sonnenstrahlen nieder zur Erde. Dazu kommt noch, daß ein großes Stück der Mondscheibe von der Sonne beleuchtet ist und somit der dunkle Teil der Erde vom Mondschein erleuchtet wird.

Auf unserer Station haben wir nicht nur Sonnenlicht, sondern auch Mondlicht und obendrein auch Erdlicht; denn die beleuchtete Erde beleuchtet auch den Weltraum. Das Sonnenlicht kommt von der stets vollen Sonnenscheibe. Das Mondlicht kommt nur von dem Stück beleuchteter Mondoberfläche, das sich uns gerade zugewendet hat, das Erdlicht ebenfalls nur von einer zum Teil beleuchteten Oberfläche der Erdkugel, welcher wir zugewendet sind. Wir Phantasie-Reisende, die wir uns auf einer Station zwischen Erde und Mond befinden, sehen diese zwei Kugeln von dem fernen Sonnenlicht erleuchtet und merken dabei, daß

wenn von der Erde ein großes Stück erleuchtet ist, vom Monde nur ein kleiner erleuchteter Teil uns sichtbar sein kann; würden wir vom Mond viel erleuchtet sehen, so würde die Erdkugel uns nur ein kleines Stückchen ihrer erleuchteten Oberfläche zuwenden können.

Doch das ist eigentlich nicht das Merkwürdige, das wir ins Auge fassen wollen; wir werden, wenn wir erst auf dem Mond angekommen sind, noch Gelegenheit haben, die Wunderlichkeiten des Erdlichtes dort zu beobachten; für jetzt nimmt uns etwas Anderes in Anspruch, das an der Erde sichtbar ist, von dem wir auf der Erde lebend nichts Rechtes gesehen haben.

Um die beiden Pole der Erde schwebt ein eigenes Licht und dieses Licht, das sich über der Luftschicht befindet, flammt wunderbar von Zeit zu Zeit auf. Es scheint, als ob es über den Polen der Erde entsteht, und als ob das Licht des einen Pols das des andern Pols anzieht, sodaß sich Lichtströme von den beiden Polen entfernen, und gegeneinander strömend sich über dem Äquator der Erde vereinigen, und dabei zugleich erlöschen.

Daß diese Polar-Lichter dasselbe sind, was man dort unten auf Erden „Nordlicht" nennt (s. Fig. 20), ist ganz unzweifelhaft. Die armen Menschen da unten auf der Erde haben bisher nur wenig Gelegenheit gehabt, dasselbe Polarlicht am südlichen Pol kennen zu lernen. Es darf uns auch nicht Wunder nehmen, daß die Menschen, die auf dem Grund und Boden des Luftmeeres herumwandeln, sich einbilden, daß das Nordlicht nur da ist, um die monatelangen Nächte des Nordens zu erleuchten. Das Nordlicht ist — wir sehen das von hier aus besser — auch dann vorhanden, wenn die Sonne monatelang den Nordpol beleuchtet und den halbjährigen Tag dort veranlaßt. Die Menschen aber beachten das nicht, was ihnen nicht nötig zu sein scheint. Am Tage ist ihnen ein Nordlicht gleichgültig, und

weil sie es nicht sehen, behaupten sie auch steif und fest, es sei nicht vorhanden. — Gleichwohl ist es da, und wären wir nicht Phantasie-Reisende, denen man nicht viel glauben wird, so würden wir behaupten, daß es unausgesetzt an beiden Polen ersteht, und unausgesetzt von Zeit zu Zeit von den beiden

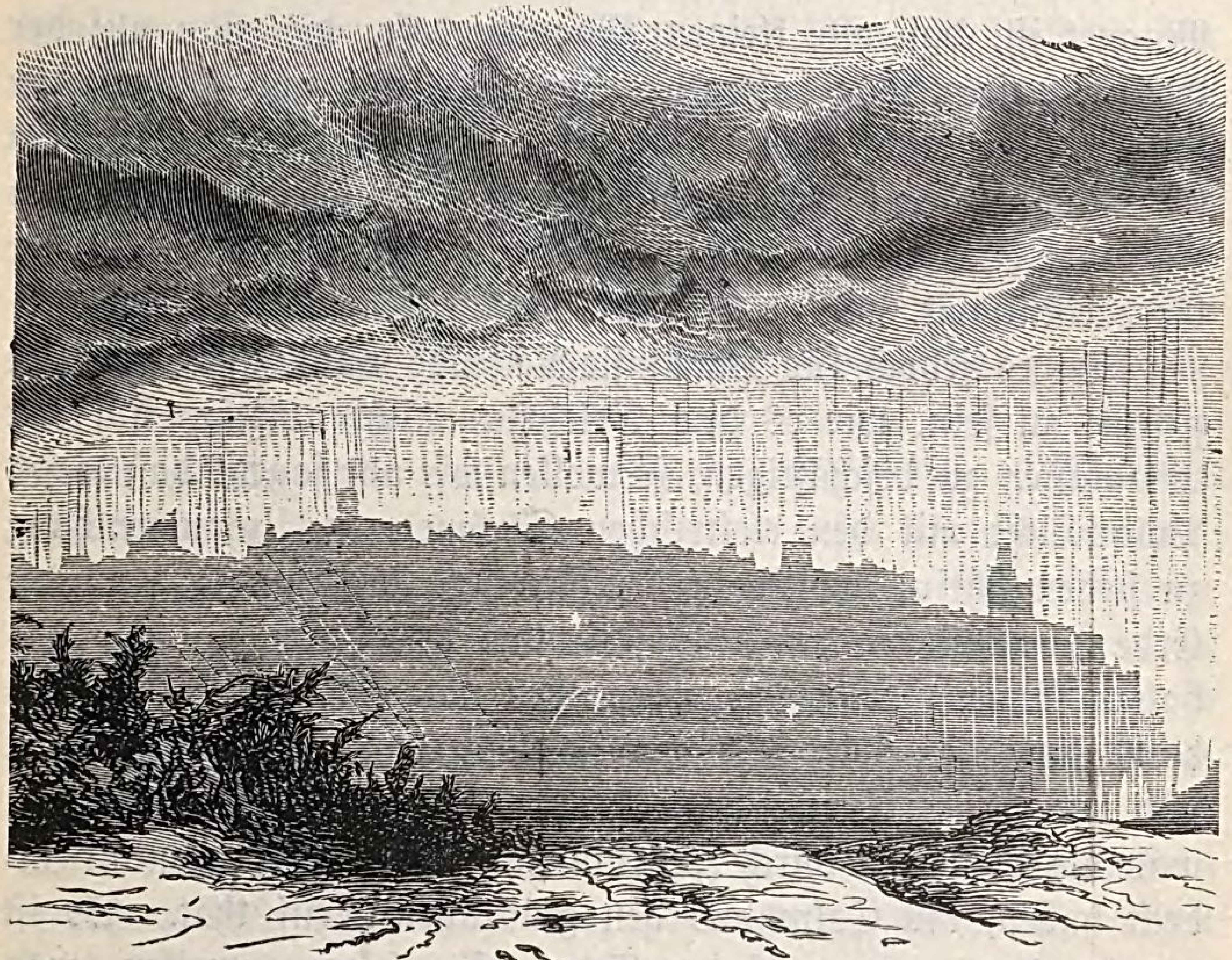


Fig. 20.
Polarlicht.

Richtungen her hinüberwallt zum Äquator, um daselbst sich wieder zu vereinigen.*)

Woher kommt dieses Licht?

Ja, das wissen wir Phantasie-Reisende auch nicht. Es ist

*) Polarlichter am Tage sind auch in unseren Breiten wirklich beobachtet worden.

elektrischer Natur; Elektrizität aber ist eine Art Geheimnis, von dem sich nur Philosophen einbilden, es zu wissen, und da wir trotz der reichen Phantasie der Philosophen keinen solchen auf unserer Reise mitgenommen haben, so müssen wir auch unsere Unwissenheit eingestehen.

Nur so viel wissen wir, daß die Erde eine Art großer Magnet ist, daß alle kleinen Magnetnadeln, die man auf der Erde wie einen Wagebalken hin- und her-, auf- und abschwingen läßt, sich endlich von dem großen Erd-Magneten oder dem Erd-Magnetismus dirigieren lassen, und jeder der kleinen Magnete eine ganz bestimmte Stellung auf jedem Punkte der Erde einnimmt, wie es der Erd-Magnetismus gebietet.

Da es jedoch für Phantasie-Reisende nicht ziemt, gar zu gelehrt zu sein, wie es dem Gelehrten nicht ansteht, sich mit Phantasien zu beschäftigen, so wollen wir nur sagen, daß dieses Polar-Licht mit den elektrischen Strömen in Zusammenhang zu stehen scheint, welche in der Richtung des Äquators um die Erde herumwirbeln, und daß wir uns dabei nicht so lange aufhalten können; denn wir sehen eben, wie sich die Erde so gedreht hat, daß wir jetzt das Festland von Amerika erblicken, und mit der größten Leichtigkeit von der Ferne das schauen, was die Menschen durch Jahrtausende in ihrer Nähe nicht entdeckt haben, bis Columbus den glücklichen Griff that. So ist es aber dort unten auf der Erde. Sie sehen zuweilen, was ihnen nahe liegt, weniger klar, als das, was sie von der Ferne aus übersehen können.

Doch genug jetzt; wir wollen nach dem Mond und da er wahrhaftig nicht stille steht, so ist es Zeit zur Abfahrt von der Station.

Demnach: auf Wiedersehen!

III. Wir langen auf dem Monde an.

Also gehts jetzt nach dem Monde? — Ja!

Aber unterwegs müssen wir uns die Zeit zu vertreiben suchen, da es eine bekannte Erfahrung ist, daß man sich auf den schnellsten Dampfreisen mehr langweilen kann, als einst bei den langsamsten Post- und Stellwagen-Fahrten. Bei den schnellsten Phantasie-Reisen muß man demnach erst recht für Unterhaltung sorgen.

Zum Glück haben wir die Unterhaltung leicht. Wir brauchen nur bald vorwärts, bald rückwärts zu blicken, und wir sehen dann mit jedem Tausend von Meilen, das wir hinter uns bekommen, wie die Erde immer kleiner und der Mond immer größer und größer erscheint. Es wird nicht lange dauern, so wird uns die Erde gar nicht mehr wie ein irdischer, sondern wie ein himmlischer Wohnsitz erscheinen. Wären Dichter mit uns auf der Reise, sie würden wahrscheinlich die Erde zu besingen anfangen, mehr noch als den „guten Mond,“ der „so stille geht;“ wären Religionsmacher unter unsern Reisegefährten, sie würden für die Erdkugel, die jetzt wie ein ungeheuer großer Stern aussieht, einen Kultus erfinden und vielleicht jedweden verketzern, der dieses erhabene, gestirnartige Wesen für einen Erdkoloß ansieht.

Wir aber wissen's besser. Da oben ist keineswegs der Himmel auf Erden, sondern wir sehen es, die Erde ist im Himmel. Je weiter wir uns von ihr entfernen, desto mehr nimmt sie das Ansehen eines Gestirnes an, eines sehr großen Gestirnes, das selbst auf halbem Wege zum Monde fast als eine zehnmal so große Kugel erscheint, wie uns hier die Sonne.

Und nun wollen wir uns einen kleinen Scherz erlauben. Einer aus unserer ehrenwerten Reisegesellschaft mag so gut

sein, einmal seinen Hut auf die Erde fallen zu lassen. Da oben auf dem Erdenrund würde er zum Fenster des ersten Stockes blickend ihn kaum loslassen, und sofort würde der Hut in der ersten Sekunde 10 Meter fallen. Den Hut loslassen und ihn wiedererhaschen, ist da unten ein Kunststück. Hier auf unserer Reise ist es ein Spaß.

Wir befinden uns nämlich so weit ab von der Erde, daß ihre Anziehungskraft bedeutend geschwächt ist. Wir sind auf halbem Wege sechsundzwanzigtausend Meilen vom Mittelpunkt der Erde entfernt, das ist so ungefähr dreißigmal entfernter von diesem Mittelpunkt, als wir sonst auf der Oberfläche der Erde herumwandelnd waren. In der dreißigmaligen Entfernung ist aber die Anziehungskraft der Erde nicht bloß dreißigmal schwächer geworden, sondern — das hat ein Mensch Namens Newton bereits vor zweihundert Jahren richtig herausgerechnet — die Anziehung ist um 30mal 30, das ist um 900mal schwächer geworden. Fiel unten der Hut in der ersten Sekunde 10 Meter, so fällt er hier, wie uns der Versuch zeigt, 900mal weniger in der ersten Sekunde, und das ist nur wenig mehr als ein Centimeter, ein solch kleines Stückchen, daß wir fast Zeit haben, dreimal zu niesen, ehe wir die Hand auszustrecken und den fallenden Hut einzufangen brauchen. — Das hat nun sein Gutes, aber auch sein Übles; denn wollten wir hier einen Nagel mit einem Hammer einschlagen, um irgendwo ein Loch in die Natur zu machen, so würden wir den Hammer zwar federleicht heben können; aber er würde, wenn wir ihn sinken lassen, äußerst matt den Nagel auf den Kopf treffen und ihm sicherlich so gut wie gar keinen Schlag versetzen.

Wir merken hierbei aber noch etwas. Wir befinden uns nämlich zwischen Erde und Mond. Nun aber hat der Mond auch eine Anziehungskraft, wie wir uns aus einem Spaziergang auf dem Monde überzeugen werden. Dort auf Erden,

52 000 Meilen vom Monde entfernt, merkt man nichts von dieser Anziehungskraft des Mondes, außer an der Ebbe und Flut, daß das Wasser sich hinter dem Mondlauf aufstaut. Hier oben auf halbem Wege ist es schon ein wenig anders; hier kann man schon bemerken, daß der Mond ungefähr ein achtzigstel von der Anziehungskraft der Erde besitzt, und da es Phantasie-Reisenden nicht an Phantasie fehlen kann, so können wir uns recht gut ein Instrument zusammenstellen, das diese Mond-anziehung recht deutlich macht.

Doch wir wollen nicht auf halbem Wege stehen bleiben; denn wir haben nur noch eine kleine Strecke von einigen tausend Meilen zu machen, um eine neue Unterhaltung zu finden.

An diesem Punkte ist die Erde so klein und der Mond so groß geworden, daß sie beide in gleicher Größe erscheinen, und gar nicht weit von dieser Stelle ist ein Punkt vorhanden, der uns sehr viel Spaß macht.

Wir meinen nämlich den Punkt, wo die Erd-Anziehung und die Mond-Anziehung gleich groß sind. Der Punkt liegt dem Mond schon sehr nahe. Es sind nur etwa noch wenige tausend Meilen bis zum Monde. Der nahe Mond ist hier in der Anziehung genau eben so stark, wie die entfernte Erde, und wir benutzen diesen Punkt, um Toilette zu machen, da wir bald auf dem Mond ankommen, dort auch anständig erscheinen und den etwaigen Konstablern, die uns nach unsern Pässen fragen, nicht als Vagabunden vorkommen wollen.

Wir legen nun unser ganzes Gepäck auf diesen neutralen Punkt und überzeugen uns, wie gut doch die Neutralität in allen Fällen ist. Was wir auch hier hinlegen, bleibt ruhig und unbeweglich stehen oder hängen oder schweben oder liegen, wie man das nennen will. Die Erde zieht es hin, der Mond zieht es mit gleicher Kraft her, und wir freuen uns, daß beide Seiten gleich stark ziehen und wir in echter Neutralität

gar nichts zu thun und uns nicht vom Fleck zu rühren brauchen, um unser Gepäck festzuhalten, damit es nicht fällt.

Doch wir dürfen uns nicht aufhalten. Und somit Adieu, Neutralität! — und mit einem Ruck langen wir auf dem Monde an.

IV. Auf dem Monde.

Willkommen auf dem Monde!

Wir setzen kaum den Fuß auf den Mond, so greifen wir auch schon wie gutgesinnte, legitimierte Erdbewohner eines deutschen Vaterlandes nach unsern Paßkarten; aber niemand empfängt uns. Wir blicken um uns; wir sind in einer gebirgigen Einöde. Wir rufen: Holla! Heda! aber zu unserem Schrecken hören wir unser eigenes Wort nicht. Wir sind taub, total taub, und wir merken's auch schon, woher dies kommt; es ist keine Luft da, welche den Schall des Wortes fortpflanzt. Der Mond ist nicht von einer Lufthülle umgeben wie die Erde, oder wie andere Planeten, die wir noch besuchen werden; und somit fehlt auf dem Monde dasjenige, was von jedem Schall, jedem Ton, jedem Laut in Schwingungen versetzt wird und an das Trommelfell des Ohres schlägt, um es hören zu machen.

Wären wir nicht Phantasie-Reisende, so würden wir hier gar nicht leben können; ja wir würden bereits bei der Abfahrt von der Erde und nur $1^1/_2$ Meilen von ihrer Oberfläche entfernt in der dort dünner werdenden Luft die Beschwerden gefühlt haben, die gewöhnliche Luftschiffer dort empfinden. Da wir aber die Phantasie nicht allzuweit treiben dürfen, so ist es genug, wenn wir das Leben hier oben auf dem Monde erhalten, und es wäre zu viel, wenn wir uns noch gar Luft vorphantasierten, um eine Unterhaltung führen zu können.

Ist aber keine Luft auf dem Monde — und die Astronomen da oben auf der Erde wissen das eben so gut wie wir — so folgt daraus, daß auch kein Wasser hier sein kann; denn im luftleeren Raum verdunstet Wasser vollständig. — Ist aber auch kein Wasser vorhanden, so nimmt es uns nicht Wunder, daß wir hier sonst gar keine Flüssigkeit entdecken können und hier auf dem Monde derart aufs Trockene geraten sind, wie man sich dies auf Erden gar nicht vorstellen kann.

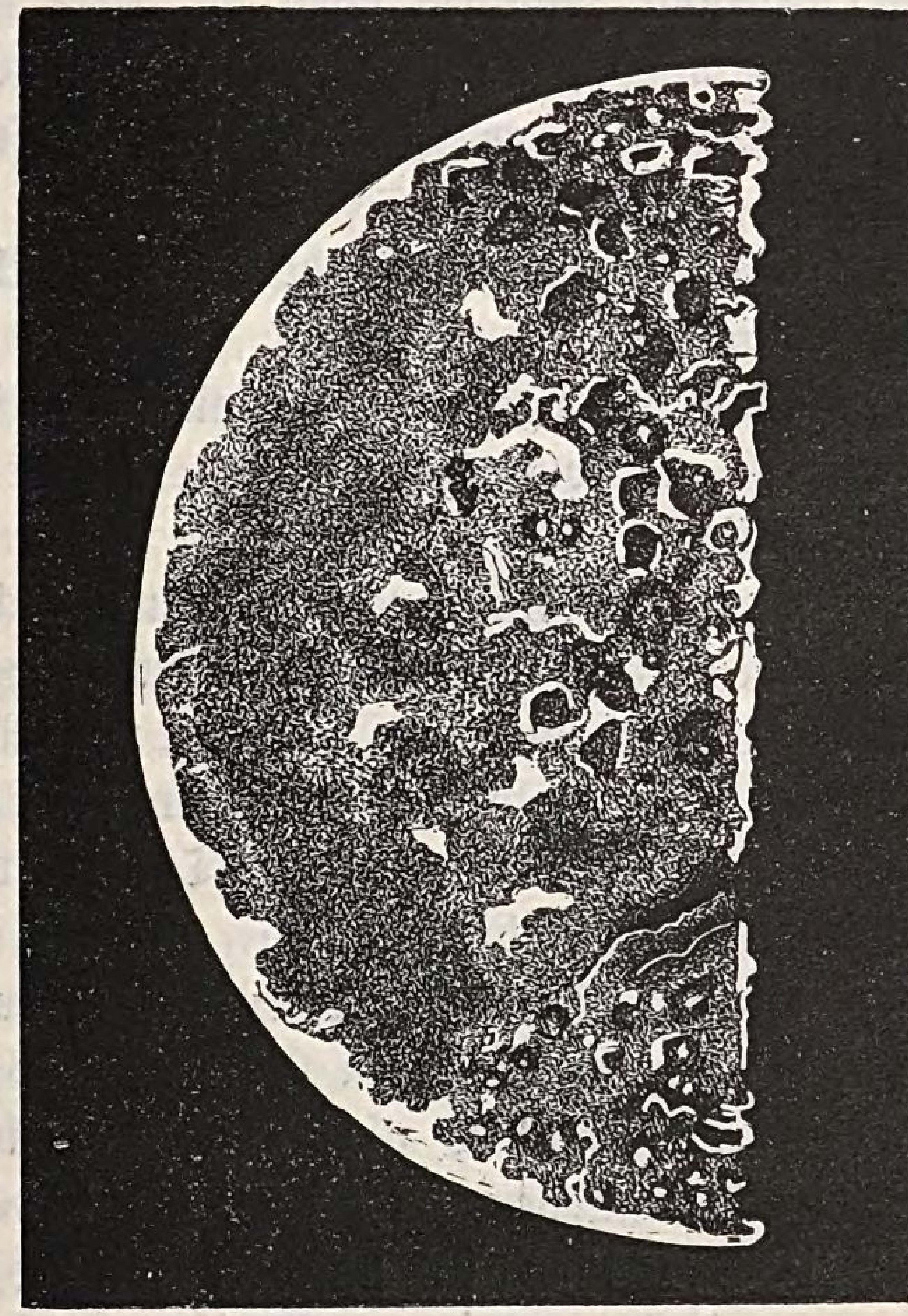


Fig. 21.
„Letztes Viertel" im Fernrohr.

Unter solchen Umständen sind wir leider genötigt, auf Vieles zu verzichten, was uns unsere Phantasie auf Erden vom Leben im Monde vorgespiegelt hat.

So weit unser Auge reicht, sehen wir um uns Gebirge und Thäler, wie sie die Mond-Karten von deutschen und englischen Astronomen abgemalt enthalten (s. Fig. 21). Wir sehen an der Oberfläche derselben noch gar viele Dinge, aber wir wissen nicht, was sie sein sollen. Vielleicht sind es Pflanzen; aber Pflanzen in unserem Sinne und nach unseren Begriffen können hier nicht

sein. Die Pflanze lebt von Luft und Wasser und andern luftartigen und wasserförmigen Speisen; hier aber ist nichts derart vorhanden. Hier ist kein Sauerstoff, kein Wasserstoff, kein Stickstoff und am allerwenigsten Kohlenstoff, der auch auf Erden fast nur als Pflanzenrest existiert, selbst wenn er als Graphit gefunden wird.

Ist aber keine Pflanze in unserem Sinne und nach unseren Begriffen hier zu finden, wovon sollen Tiere oder gar Menschen hier leben.

Sollten aber nicht doch vernunftbegabte Wesen hier zu finden sein?

Wohl ist dies möglich; allein es ist platterdings unmöglich, sie als solche zu erkennen, selbst wenn wir sie hier vor uns hätten.

Sprechen können wir mit ihnen nicht, denn ohne Luft giebt es keinen Laut, und da sie unter solchen Umständen natürlich auch keine Ohren haben würden, so würde es uns auch nichts helfen, wenn wir uns auch ein paar Ballons mit Luft mitgenommen hätten, wie es die Taucher thun, welche in die Tiefe des Meeres hinabsteigen.

Riechen können die Mondbewohner auch nicht, denn ohne Luftarten giebt es keinen Geruch; was nicht gasförmig wird, riecht nicht. Da es aber ohne Gase keine Flüssigkeiten giebt, so ist es ausgemacht, daß die Mondbewohner auch nicht schmecken können in unserem Sinne; denn geschmeckt kann nur dasjenige von den Speisen werden, was sich zwischen Zunge und Gaumen in eine Flüssigkeit verwandelt oder sich in der Mundflüssigkeit auflöst. Wo es keine Flüsigkeit giebt, da giebt es auch keinen Geschmackssinn.

Haben aber die Mondbewohner keinen Geschmackssinn, so haben sie auch sicherlich keine Zunge, und haben sie keine Luft zum Atmen, so haben sie natürlich auch keine Lunge, und deshalb auch höchst wahrscheinlich keinen Mund. — Giebt's hier

keine Flüssigkeit, so giebt's auch kein Blut. Haben die Mondbewohner kein Blut, so haben sie auch schwerlich ein Herz im Leibe, und mit einem Wesen, das kein Herz im Leibe hat, da hört alles auf.

Also kein Ohr, keine Nase, kein Mund, keine Lunge, keine Brust, kein Blut, kein Herz, da erkenne einmal jemand ein Ding, das mit den Erdgeschöpfen noch Ähnlichkeit hat!

Aber Licht herrscht hier. Es giebt hier Sonnenlicht, Erdlicht und Sternenlicht, und deshalb suchen wir umher, ob wir nicht ein Wesen entdecken, das, wie es auch geschaffen sein mag, ein Auge oder ein Organ besitzt, das als Auge dienen kann? Und doch ist unsere Mühe vergeblich. Wissen wir es ja von der Erde her, daß das Auge tierischer und menschlicher Wesen auch nur vermittelst der in demselben existierenden Flüssigkeiten für Licht empfänglich ist, und die Erfahrung hat uns auf Erden schon gelehrt, daß die Einwirkung des Lichtes auf Pflanzen und vollkommen leblose Dinge vorhanden ist, obschon sie kein Auge haben. Demnach kann das Dasein von Licht noch keineswegs darauf schließen lassen, daß hier auf dem Monde Wesen mit Augen seien.

Hat aber ein Mondbewohner ohne Mund, Nase und Ohren auch kein Auge, so sehen wir nicht ein, wozu er einen Kopf braucht, und da er auch kein Herz, keine Brust, kein Blut und keinen Leib hat, so könnten wir höchstens das Vergnügen haben, ein paar Hände und Füße als neue Menschen zu begrüßen, und da wir Phantasie-Reisenden fürchten müssen, daß beim Anblick eines solchen Wesens uns die Phantasie stockt, und so die Reisegelegenheit in die Brüche geht, die uns noch weiter in den Weltraum und endlich wieder in die liebe Heimat führen soll, so wollen wir uns nur nicht weiter den Kopf zerbrechen, ob es Mond-„Menschen" giebt oder nicht und uns die Zeit auf dem Monde selbst zu vertreiben suchen.

V. Was beginnen wir auf dem Monde?

Wir müssen also auf menschliche Unterhaltung im Monde gänzlich verzichten, und so gut es geht, uns anderweitig erbauen, und da wir aus Mangel an Luft vollständig taub sind, so wollen wir wenigstens Hände und Beine, die einzigen Organe, die sich möglicherweise hier heimatlich fühlen können, nach Herzenslust verwenden.

Und dies gelingt gar prächtig.

Vor allem fühlen wir uns so leicht, daß wir uns eher wie Vögel als wie Menschen vorkommen. Die Anziehungskraft auf der Oberfläche des Mondes ist sechsmal schwächer als die auf der Erdoberfläche. Unsere Glieder können wir daher mit einer Leichtigkeit heben, die uns wahrhaftig wie eine Fabel vorkommt. Wäre es nur möglich, hier Musik zu machen — ohne Luft giebt's aber keine Musik — so würden wir tanzen und Sprünge machen, daß selbst die geschickteste Ballet-Tänzerin über diese unsere Poesie der Beine den Kopf verlieren müßte. Jeder von uns, der unten auf Erden mit einem Satz auf einen Tisch springen könnte, springt hier mit gleicher Anstrengung auf einen kleinen Hügel von 7 Meter Höhe. Wenn wir unsere Kinder herschicken könnten, um zu turnen, so würden sie mit einer Schnelligkeit Räder schlagen, daß man sie für Lokomotiven ansehen könnte. Kopfstehen ist hier ein Privat-Vergnügen, denn das Blut wird so wenig nach unten gezogen, daß man erst recht bei Sinnen ist, wenn man die Beine zum Himmel streckt. Einen Nebenmenschen in die Tasche stecken und mit ihm davon laufen, ist eine Kleinigkeit, denn er wiegt hier nur so schwer, wie auf Erden zwanzig Pfund. Berge besteigen ist hier ein Spaß.

Was das Gehen betrifft, so müssen wir leider sagen, daß unsere Beine viel zu kurz sind, um recht ausholen zu können.

Wir setzen mit Leichtigkeit über einen Abgrund, der sieben Meter breit ist. Beim Laufen schweben wir fast, und wären hier nicht gar zu unmäßig hohe Gebirge, so könnten wir in wenigen Tagen um den ganzen Mond herum rennen.

Unter solchen Umständen könnte man sich freilich einbilden, daß es auf dem Monde ein wahrhaft himmlisches Leben gebe. Sind die Glieder unseres Leibes an sechsmal leichter als auf Erden, so folgt daraus, daß wir an einem Tage sechsmal so viel verrichten können als auf unserem irdischen Wohnsitz und deshalb auch wahrscheinlich sechsmal weniger Ruhe und Schlaf bedürfen, um uns zu stärken. Allein wie alles in der Welt seine Schattenseite hat, so ist es auch hier der Fall. Was hilft es uns, daß die Anziehung des Mondes uns sechsmal weniger schwer macht als die der Erde und darum unsere Arbeitsfähigkeit um sechsmal steigert, wenn der Tag auf dem Monde volle zwei Wochen dauert, also die Zeit der Arbeit vierzehnmal länger ist als auf Erden!

Volle zwei Wochen?

Ja, volle zwei Wochen und sogar noch achtzehn Stunden drüber!

Der Mond nämlich, davon überzeugen wir uns hier vollkommen, dreht sich nicht in vierundzwanzig Stunden um seine Axe. Wenn man will, kann man fast sagen, er mache gar keine eigentliche Umdrehung. Er läuft, wie man das längst weiß, in ungefähr einem Monat in einem großen Kreis um die Erde, deren steter, treuer Begleiter er ist. Bei diesem Umlauf wendet der Mond immer und ewig nur die eine Kugel-Hälfte zur Erde; wie die andere Hälfte des Mondes aussieht, das hat noch kein Menschenkind gesehen, und das werden wir auch nie sehen. Er gleicht jenen unterthänigsten Dienern großer Herren, die diesen stets das Gesicht zukehren und niemals den Rücken zeigen. Während die Erde sich täglich umdreht, und deshalb vom Monde aus von allen Seiten besehen

werden kann, geht der Mond um die Erde, als ob er auf einer Stange angespießt wäre, und läßt sich von den Erdbewohnern stets nur von der einen Seite besehen. Hierdurch aber erwächst ihm die große Unbequemlichkeit, daß er seinen ganzen Umlauf um die Erde vollenden muß, um sich von der Sonne von allen Seiten beleuchten zu lassen, und da dies an 29½ Tag dauert, so ist ein Tag und eine Nacht auf dem Monde beisammen so lang, wie 29 Tage und 29 Nächte auf der Erde sind. — Und das ist wirklich langweilig!

Einen Tag von 14 Tagen und 18 Stunden Länge ließe man sich noch gefallen; aber eine Nacht, die eben so lang ist, und auf einem Wohnsitz, wo es keine Maskenbälle, kein Theater, keine Bierhalle, ja nicht einmal eine Nachtdroschke giebt, da ist es nicht auszuhalten.

Was fangen wir in solcher Nacht an? Nun wir schwärmen! Zwar nicht wie Verliebte im Mondschein, denn wir sind auf dem Monde; aber dafür im Erdschein, und der ist wahrhaftig nicht übel.

Im Gegenteil, es ist ein herrlicher, himmlischer Anblick! Wenn wir auf dem Monde Nacht haben, so stehen wir zwischen Sonne und Erde, und sehen diese, die Erde, aufs prachtvollste im Sonnenlicht glänzen. Die Erdscheibe ist von hier gesehen so groß, daß sie an 14mal größer erscheint, als der Mond auf Erden. Dabei dreht sich diese Erde in einer Mondnacht 14mal in der Runde. Wir sehen sie also von hier als ein mächtiges, milde leuchtendes Gestirn, das viel pompöser aussieht als die Sonne. Dies Gestirn ist so freundlich, unsere Nächte zu erhellen, und beim Umdrehen auch alle Abwechselungen zu bieten, die die Erdkugel in ihrer Verschiedenheit an Land und Wasser zeigt. Regt aber schon der Mondschein zum Schwärmen an, wie viel mehr muß das der Erdschein thun, und darum wollen wir ein klein wenig Schwärmerei betreiben.

VI. Etwas wissenschaftliche Schwärmerei.

Unsere Schwärmerei soll nicht verliebter, sondern ein wenig wissenschaftlicher Natur sein.

Wenn die Menschen statt auf der Erde auf dem Monde lebten, was würden diese für sonderbare Begriffe von der Welt bekommen haben?

Der Mond, das wissen wir Erdbewohner, geht in einem Kreise allmonatlich rings um die Erde; würden die Menschen dies auch gewußt haben, wenn sie Mondbewohner wären? — Es läßt sich Tausend gegen Eins wetten, daß dies nicht der Fall wäre. Auf dem Monde — das können wir versichern — verspürt man nicht das mindeste davon, daß die Mondkugel auf Reisen begriffen ist; im Gegenteil, wenn man den Mond mit der sich stets um ihre Axe drehenden Erde vergleicht, so gerät man auf die natürliche Vermutung, daß der Mond ein fester, unbeweglicher Wohnsitz sei, während alles andere in Bewegung ist. Nichts scheint von hier aus natürlicher, als daß die Erde es ist, welche den Mond umkreist, daß die Erde so zu sagen nur geschaffen ist, um die Nächte des Mondes zu beleuchten, ganz so wie manche Menschen auf Erden sich einbilden, daß der Mond nur da sei, um der Erde als Fackelträger zu dienen.

Vom Mond aus erscheint aber die Erde an vierzehnmal größer als die Sonne. Sicherlich würde eine Bibel, auf dem Monde geschrieben, die Erde das große und die Sonne das kleine Gestirn genannt haben, und ganz ohne Zweifel würden die Religionsmacher auf dem Monde die Weisheit der Vorsehung gepriesen haben, daß sie das kleine Gestirn, die Sonne, stark leuchtend und wärmend, in bescheidene Ferne hingestellt hat, um den Mond zu bedienen, während das große Gestirn, die Erde, mit ihrem milden Lichte sich der Nähe des Mondes erfreut,

welcher, wie sich's von selbst versteht, der wichtigste Punkt des Weltalls sein muß. — Würde nicht jeder verketzert, gepeinigt und gesteinigt worden sein, der fromme Thorheiten solcher Art bei ihrem rechten Namen zu nennen wagte, und würde man es nicht als die schändlichste Bosheit ausgeschrieen haben, wenn jemand es unternehmen wollte zu beweisen, daß die Erde viel kleiner sei als die Sonne, und der Mond noch kleiner als die Erde, und keineswegs der Weltmittelpunkt sei, für welchen er ausgegeben wird?

Wenn wir dies bedenken, so scheint es uns recht gut, daß hier auf dem Monde keine Menschen zu entdecken sind; ihr Wohnsitz wäre noch weniger geeignet, den menschlichen Geist über die Welt aufzuklären, und es ist eine bekannte Erfahrung: je trüber die Einsicht der Menschen über die Dinge in der Natur ist, desto eingebildeter sind sie, desto unverträglicher, herrschsüchtiger, abergläubischer, verketzernder und grausamer.

Da man aber nicht wissen kann, ob nicht der Mond — der wahrscheinlich jünger ist als die Erde — noch einmal menschenähnliche Wesen erhält oder früher gehabt hat, so wollen wir uns wenigstens die Freiheit nehmen zu betrachten, was sie von der Erde zu sehen imstande sind, wenn sie so große Fernröhre besitzen werden wie wir.

Richten wir daher einmal vom Mond aus ein Fernrohr auf die Erde.

Man sollte es gar nicht glauben, was doch die Lufthülle, die um die Erde liegt, störend ist, wenn wir durch unser Fernrohr den Blick auf diese werfen. Wir sind wirklich genötigt, ganze Partien Wolken fortzuwischen, um nur einigermaßen hindurchsehen zu können. Da aber die Luft sich trotz all unserer hilfreichen Phantasie fortwährend bewegt, so erblicken wir alle Punkte der Erde in einem fortwährenden Schwanken und Schweben, so daß es sich von hier aus ansieht, als ob auf Erden ganze Weltteile Ballet-Tänze aufführen.

Nach sorgsamer Beobachtung gelingt es uns dennoch, bei einer 1200maligen Vergrößerung zu sehen, daß Paris, London, Wien, Berlin und Petersburg noch auf dem alten Flecke stehen. Auch Städte mittlerer Größe sind zu erkennen. Einen prachtvollen Anblick gewährt es uns, die Pole der Erde im Winterschnee, die Äquator-Gegenden in Sonnenglut leuchtend zu finden. Wenn sich die Erde dreht und Europa für uns unsichtbar wird, so sehen wir von hier aus das Festland von Amerika vor uns. New-York ist nicht minder klar zu erkennen wie die größten Städte Europas. Der Mississippi sieht sich ganz prächtig an. Die Erde dreht sich weiter, und wir erblicken auch Californien. Dann besehen wir uns ganz still den stillen Ozean, bis das Festland von Asien sichtbar wird, dem die neueste Welt Australien wie „ein Tropfen am Eimer" anhängt. China, Indien und das ungeheuer große Rußland fällt uns ins Auge. Ein Seitenblick zeigt uns Afrika wieder, das in seinen Wüsten viel Platz zu einer schönen Gegend hat, bis wir endlich den Punkt auch vor uns sehen, wo wir abgereist sind, und dies uns mahnt, daß wir uns sputen müssen, um weiter in der Welt fortzukommen.

Machen wir uns also fertig zur Weiterreise; denn wir gehen direkt zur Sonne, und das ist ein ganz gewaltiges Stück Weges.

VII. Ein paar Reisegedanken.

Frischauf! Wir spannen unseren Phantasie-Telegraphen wieder vor; wir verlassen den Mond, an dessen einseitiger Bekanntschaft wir nicht halb so viel gewonnen, als viele sich vorgestellt haben mögen, und nehmen von ihm nun eigentlich zwei Rätsel mit, die unser Nachdenken erregen.

Wir fahren zur Sonne hin, und auf dieser langen Reise soll uns ein wenig Nachdenken über diese zwei Mondrätsel die Zeit vertreiben helfen.

Warum hat der Mond keine Lufthülle, die, wie wir bestimmt wissen, andern Gestirnen des Sonnensystems nicht fehlt? Weshalb wendet der Mond der Erde immer nur die eine Seite zu und vermag sich nicht eben so frei zu drehen, wie dies andere Himmelskörper thun?

Die Gelehrten geben hierauf so gut wie gar keine Antwort, und die Philosophen, die für Alles eine Antwort bereit haben, sind selbst für Phantasie-Reisende zu phantastisch; darum wollen wir uns selber helfen, so gut es geht, und in einer Kürze, wie sie solchen Schnellseglern ziemt, eine Antwort geben.

Die Anziehungskraft der Erde wirkt auf die ihr zugewendeten, nächsten Stellen des Mondes, welche der Erde an 234 Meilen näher sind als der Mittelpunkt desselben, so stark, daß es einer besonderen Kraft bedarf, um diese der Erde einmal nahe Stelle von ihr zu entfernen. Wäre nun der Mond eine vollkommen gleichmäßige Kugel, so würde dennoch die leiseste Anregung hinreichen, sie um die Axe zu drehen. Denn der Punkt des Mondes, der jetzt der Erde am nächsten ist, würde bei einer Störung seiner Stellung keineswegs wie ein Pendel zur Erde zurückschwingen, weil bei einer ganz gleichmäßigen Kugel sofort ein anderer Punkt ganz dieselbe Anziehungskraft erfahren würde, wenn er an die Stelle des nächsten Punktes tritt. Da aber der Mond keine gleichmäßige Kugel ist, sondern bedeutende Gebirge hat, so ist die stärkere Anziehungskraft der Erde auf den nächsten Punkt nicht in jeder Stellung des Mondes gleich, und der Mond wird, selbst wenn er aus seiner Stellung für einen Moment gestört wird, immer wie ein Pendel in diejenige Lage zurückkehren, wo die Anziehung der Erde den größten Effekt ausübt.

Macht aber der Mond keine Umdrehung um seine Axe, und gleicht er in dieser Beziehung einer Kugel, welche, an das Ende einer Stange aufgespießt, pendelartig in einem weiten Kreis herumgeschleudert wird, so läßt sich leicht einsehen, daß derjenige Punkt, welcher der Erde am nächsten ist, stets den kleinsten Schwung beim Umlauf um die Erde hat, während der entfernteste Punkt die größte Schwungkraft erleidet. In all solchen Fällen aber hat — wie dies allbekannt ist — jeder Punkt der Kugel das Bestreben, sich vom Mittelpunkt des Kreises zu entfernen. Die festen Teile der Mondkugel können dies nun nicht, während Luftarten und Flüssigkeiten diesem Bestreben folgen und somit mindestens jenseits nach dem äußersten Punkt des Mondes hinfliehen müssen, der von der Erde nicht gesehen werden kann.

Wollten wir nun unserer Phantasie die Zügel über das Ziel wissenschaftlicher Betrachtung hinaus schießen lassen, so wäre es uns ein leichtes, bei der Abfahrt zur Sonne uns die Rückseite des Mondes zu besehen und unsern Lesern von der Wasser- und Luft-Flut, welche kegelartig wie ein Zuckerhut dort aufgetürmt ist, etwas vorzuphantasieren. Da wir jedoch unsere Phantasie nicht überbieten wollen, so müssen unsere Leser auch ihrem Wissensdurst einen Zügel anlegen und sich mit einer flüchtigen Andeutung begnügen, wie wir sie als flüchtige Reisende hingeben.

Drum hinweg mit zu vielem Nachdenken! wir sind auf der Reise zur Sonne. Schon liegen Mond und Erde hinter uns. Die Erde wie ein Spielball, der Mond wie eine Erbse, die rings um den Spielball sich im Kreise bewegt; und beide in Bewegung, um in einem großen Kreis von 120 Millionen Meilen Umfang um die Sonne zu wandern. Die Erde — das können wir versichern — greift ganz gehörig aus. Sie legt in jeder Sekunde mehr als vier Meilen zurück, das heißt, sie läuft fast zweitausendmal schneller als eine Lokomotive. Der Mond

aber, der mitläuft, muß sich noch mehr sputen, denn er hat außerdem während des Jahres mehr als zwölfmal um die Erde zu laufen, wobei er freilich, wie wir dies hier recht gut merken — ganz eigentümliche Bewegungen macht, die eigentlich Bogensprünge auf einem Kreise bilden, Bogensprünge, welche es bewirken, daß der Mond auf der Bahn um die Sonne bald hinter, bald vor der Erde steht.

Und so schnell diese Bewegungen sind, so sind sie doch viel zu langsam gegen die Geschwindigkeit der Elektrizität und des Lichtes. Wenn man imstande wäre, einen telegraphischen Draht der Bahn der Erde entlang zu legen, so könnte man die Ankunft der Erde auf jeder beliebigen Station voraustelegraphieren, wie man es mit den Eisenbahn-Zügen macht. Eine Depesche würde nur etwa eine Stunde Zeit brauchen, um den ganzen Kreis zu durchlaufen, zu dem die Erde ein Jahr lang braucht, und da der Umlauf der Erde eigentlich die Grundlage der Zeiteinteilung ist, so würde eine solche Depesche der Zeit voraneilen und gewissermaßen der Ewigkeit ins Handwerk pfuschen.

Doch, wo geraten wir hin? Wir wollen nach der Sonne und nicht ins trübe Meer der Philosophie hineinfahren, und darum sehen wir hier lieber zu, ob uns auf dem Wege dahin nichts Interessantes begegnet.

VIII. Kleine Reise-Begegnungen.

Schau! Da kommt uns der nächste Nachbar-Planet in den Lauf, der liebliche Morgen- und Abendstern „Venus“, der der Sonne um fünf Millionen Meilen — ein Katzensprung im Weltall — näher ist als die Erde und sich sputen muß, um

die Sonne herumzuspazieren, weil es ihm schon die Rechnungen des großen Newton vorgeschrieben haben, daß er in 224 Tagen seine Reise vollenden müsse.

Kein Planet des Sonnensystems ist der Erde ähnlicher als dieser. Seine Masse ist fast der der Erde gleich, seine Kugelgestalt ist der der Erde an Größe nahe. Seine Oberfläche ist von einer Lufthülle umgeben. Seine Umdrehung um die Axe geschieht in 23 Stunden. Auch Gebirge giebt es auf diesem Planeten, und ohne Zweifel Gewässer und Meere, und wenn wir einen Spaziergang auf seiner Oberfläche versuchten, würden wir wahrnehmen, daß seine Anziehungskraft der Erde fast gleich ist und somit weder eine wesentliche Erleichterung noch eine Erschwerung unserer Bewegung zu Wege bringt.

Sicherlich ist dieser Nachbar-Planet ein guter Duz-Bruder der Erde, oder eine Duz-Schwester, da man ihn mit weiblichem Namen belegt, während die übrigen ordentlichen Planeten Männernamen führen und nur die kleinen Herumtreiber zwischen Mars und Jupiter die Ehre haben, daß man alle Weibernamen der griechischen Göttinnen ausbeutet, um sie nicht ungetauft und namenlos in der Welt herumlaufen zu lassen.

Nur in einem Punkte soll Venus eine kuriose Marotte an den Tag legen; sie oder er — wir wissen nicht recht, wie man einen Planeten mit einem Weibernamen tituliert — soll sich, wie einige Herren Astronomen gesehen haben wollen, um eine Axe drehen, die äußerst schief zu ihrer Bahn steht, so daß Sommer und Winter auf Venus noch sonderbarer abstechen müssen als auf Erden.

Aber wenn Venus wirklich ein Frauenzimmer ist, so müssen wir ihr schon einige Marotten verzeihen, zumal sie strahlend schön ist und an Lichtglanz alle andern Planeten übertrifft. Wir sagen das nicht aus Schmeichelei, denn wir wollen aufrichtig gestehen, daß wir uns ihrer näheren Bekanntschaft keineswegs zu erfreuen haben, sondern es ist wirklich wahr. Das Licht

dieses Planeten ist blendend weiß, während Mars rot, Jupiter gelb, Saturn blaßblau bleiern, und das Licht des Uranus und Neptun so zu sagen gar keinen Charakter hat. Das Licht der Venus ist so leuchtend, daß wir uns hier, wo wir ihr immer näher und näher kommen, gar nicht wundern, wenn die Astronomen, die mit starken Vergrößerungen zu ihr aufblicken, geblendet das Auge schließen müssen, wie denn der Astronom Mädler wirklich seinem Augenlicht außerordentlich geschadet hat, als er einige Jahre die Hörner der Venus untersuchte.



Fig. 22.
Die „Hörner" der Venus.

Wie? Venus hat Hörner? Ist dieser Duzbruder der Erde gar ein Untier?

Keineswegs, aber Hörner hat sie oder er. Der Planet erscheint nämlich, wenn er ungefähr zwischen Erde und Sonne steht, ganz wie der Neumond als Sichel, weil wir dann nur einen kleinen Teil der Kugel erleuchtet sehen (s. Fig. 22); und die Spitzen dieser Sichel nennen die Astronomen sehr ungalant „Hörner" und beobachten diese fleißig, um aus den Veränderungen derselben, welche von Gebirgsgegenden auf Venus herrühren, die Umdrehungszeit dieses Planeten um seine Axe kennen zu lernen.

IX. Weitere Reise-Abenteuer.

Doch wir müssen noch in zwei andern Punkten dem Planeten Venus zugestehen, daß er die Erde übertrifft, obgleich dies nicht sein Verdienst, sondern von seiner nähern Stellung zur Sonne abhängig ist.

Beleuchtung und Heizung, die man bekanntlich in jeder Wirtschaft nicht wenig in Anspruch nimmt, sind im Haushalt des Sonnensystems in ganz eigner Weise verteilt. Die Sonne beleuchtet und heizt die Oberfläche eines Planeten viermal stärker als einen andern, der noch einmal so weit entfernt von ihr ist. Ist ein Planet dreimal entfernter von der Sonne als ein anderer, so wird der dreimal entferntere neunmal (dreimal drei) schwächer geheizt und beleuchtet. Das geht — wie man ganz genau berechnen kann — so fort und ist so wahr wie das Einmaleins, das bekanntlich die unbestreitbarste Wahrheit ist, die man der Welt ohne Furcht vor Mißliebigkeit lehren darf. Da nun Venus nur 15 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist, so läßt es sich kinderleicht ausrechnen, daß es zweimal so hell und zweimal so heiß auf Venus ist als auf der Erde, deren Entfernung 20 Millionen Meilen beträgt.

Wer nun Lust hat, einen kleinen Abstecher auf den Planeten Venus zu machen, der muß auf eine Beleuchtung gefaßt sein, wie sie bei uns wäre, wenn zwei Sonnen gleichzeitig am Himmel ständen. Bei klarem Sonnenschein sind wir schon auf Erden genötigt, die Augen halb zu schließen, wenn wir auf freier Straße sind; wie es uns ergehen würde, wenn ein doppelt so starkes Licht herrschte, davon haben wir wirklich keinen rechten Begriff. Bedenken wir aber gar, daß die Blutwärme des Menschen ungefähr der Wärme gleich ist, die in heißen Erdgegenden herrscht, und entnehmen wir hieraus als wahr-

scheinlich, daß die Bewohner des Planeten Venus eine doppelte Blutwärme haben könnten, die in heißen Venus-Gegenden vorhanden ist, so müssen wir im voraus sagen, daß hiernach das Blut der Venus-Geschöpfe an sechzig Grad betragen werde, und wir ihnen gegenüber so kalt erscheinen würden, wie etwa Frösche und Schlangen im Vergleich mit uns.

So gern wir nun in unserer Phantasie-Reise auf Venus Station machen möchten, so offen gestehen wir, daß uns bei der letzten Möglichkeit der Appetit danach vergeht. So ähnlich in astronomischen Beziehungen auch Venus der Erde ist, so ganz entschieden anders werden die darauf wohnenden Wesen sein. Für ein doppelt so starkes Licht und eine doppelt so große Portion Wärme geschaffen, würden sie sicherlich sehr leicht in Hitze geraten, wenn sie uns kalte Eindringlinge gewahren, und erwägen wir gar, daß die Erde einstmals, als sie noch wärmer war, Frösche von der Größe unserer jetzigen Kälber, Eidechsen von der Größe unserer Ochsen, Fische mit so langen Hälsen, daß sie Vögel in der Luft fingen, und friedliche Grasfresser zur Welt brachte, bei denen ein jeder Zahn so groß und breit war, wie bei uns jetzt ein Fünfgroschen-Brot, — erwägen wir dies Alles, so ist es unserer Phantasie zu viel zugemutet, wenn wir aus bloßer Wißbegierde uns dort niederlassen sollten.

Freuen wir uns also, vorerst Venus von geringer Ferne her begrüßen zu können; denn dieser Planet sieht herrlich aus. Wir sind eine kleine Strecke, circa 100 000 Meilen, von ihm ab, und er erscheint uns schon an siebenmal so groß wie die Mondkugel auf Erden. Er leuchtet so stark, daß wir ihn selbst beim hellsten Sonnenlicht mit vollster Klarheit betrachten können; was unsere Leser uns glauben dürfen, da wir ihnen versichern können, daß man mit gutem Auge auch von der Erde aus Venus am Tage sehen kann, wenn sie sich in günstiger Stellung zur Erde befindet.

Manchmal aber, wenn Venus genau zwischen Sonne und Erde steht, sieht man Venus am Tage auch mitten in der Sonnenscheibe. Da haben bereits unsere Astronomen am 9. Dezember 1874 den Planeten Venus als schwarze Kugel durch die Sonnenscheibe wandern sehen. Wer damals dieses Schauspiel versäumt hatte, der mußte warten bis zum 6. Dezember 1882, wo dasselbe Stück nochmals gegeben wurde. Wer auch diesen Termin unbenutzt vorüber gehen ließ, der hat's verspielt, es sei denn, daß er bis zum Jahre 2004, also noch über 100 Jahre lebt, wo er am 8. Juni das Vergnügen haben kann, mit unsern Ur-Enkeln das seltene Schauspiel zu genießen.

Und so senden wir denn diesem Liebesstern unsern lieben Gruß, und wollen nur sagen, daß die Herren Astronomen Fontana, Cassini und Short, die im vorigen Jahrhundert einen Mond um Venus herumlaufend gesehen haben wollen, im Irrtum gewesen sind, obgleich Friedrich der Große so fest an die Existenz dieses Mondes glaubte, daß er ihn zu Ehren seines gelehrten Freundes, des Astronomen d'Alembert, mit dem Namen desselben benannt wissen wollte.

Wir fahren auf und davon, und immer weiter und weiter der Sonne entgegen. Die Flammenkugel wird immer größer, immer leuchtender und blendender. Aber noch ein kleines Begebnis haben wir zu schildern, denn in der Nähe der Sonne, nur $7\frac{1}{2}$ Millionen Meilen von ihr entfernt, fliegt ein Planet Merkur in einem Kreise um dieselbe. Er ist der kleinste der großen Planeten und nicht viel größer als unser Mond. Er ist so versteckt und verdeckt von der Nähe der Sonne, daß der große Kopernicus noch auf dem Totenbette sein Bedauern aussprach, ihn nie gesehen zu haben. Sein Gang um die Sonne ist wegen der Nähe und Anziehung derselben sehr rasch; er geht an $6\frac{1}{2}$ Meile in der Sekunde, weshalb er denn in 88 Tagen schon die Reise um die Sonne vollendet hat. Auch er hat

offenbar eine Lufthülle um sich; aber ein Besuch auf demselben ist keineswegs einladend, denn es ist dort siebenmal heller und siebenmal heißer als bei uns; und das ist keine Kleinigkeit. Bei einem Spaziergang im Sonnenschein würden wir eine Hitze von 200 Grad zu ertragen haben, eine Hitze, bei welcher uns die Blei- und Zinn-Knöpfe von den Beinkleidern schmelzen würden, was gewiß nicht angenehm ist. Leben da Menschen, so müssen sie aus Kalk oder Kiesel gebaut sein, und wir haben ein weichherziges Entgegenkommen derselben schwerlich zu gewärtigen.

X. Die Oberfläche der Sonne.

Wir nähern uns jetzt unserm vorläufigen Reiseziel, der Sonne, welche in einer Größe und einem strahlenden Lichte vor uns prangt, die die Phantasie aller Phantasie-Reisenden übersteigt.

Von der Entfernung aus, in welcher Merkur um die Sonne wandert, erscheint dieses mächtige Gestirn schon in einer siebenmal größern Oberfläche als Sonne und Mond auf Erden; da wir uns jedoch der Sonne immer mehr nähern, und nur einige Millionen Meilen zu durcheilen haben, um auf ihrer Oberfläche anzulangen, so dehnt sich die Sonnenkugel immer mächtiger aus und läßt uns ein Schauspiel auf ihrem Rund wahrnehmen, von dem man auf Erden erst durch die sorgfältigsten, unermüdlichsten Beobachtungen der Astronomen Kunde erhalten hat.

Die eigentliche Masse der Sonne scheint aus einer ungeheuren, lichten, luftartigen Kugel zu bestehen, deren Anziehungskraft sämtliche Planeten und Kometen des Sonnen-

systems zwingt, ihre Umläufe um diesen Haupt-Himmelskörper zu machen, und welche in noch nicht erklärter Weise Licht und Wärme in sich erzeugt und leuchtend und wärmend weit hinaus in den unendlichen Raum wirkt.

Wunderbar ist die fortwährende, wallende Bewegung, welche wir auf ihrer Oberfläche beobachten können. Sie, die von der Erde aus gesehen, ganz glatt erscheint, zeigt sich uns bei näherer Betrachtung rissig oder brüchig, von dunklen Punkten und feinen Linien durchzogen, die wie Schlacken auf geschmolzenem Metall herumschwimmen. Es entstehen und vergehen diese Punkte und Linien, als ob sie von der Tiefe nach der Oberfläche strömten, auf dieser auftauchten, um nach kurzer Zeit wieder von neuem verdrängt zu werden und unterzutauchen in die tiefere Schicht des Sonnenkörpers. Es deutet dies auf ein Auf- und Niederströmen hin, in welchem die Sonnenatmosphäre stets begriffen ist. Und stellen wir uns vor, daß in der Tiefe ein höherer Grad der Wärme herrscht, und folglich luftartige Massen, welche durch die höhere Erwärmung leichter werden, aufwärts steigen, so ist es denkbar, daß diese Massen an der Oberfläche, wo sie Wärme ausstrahlen, wiederum kälter und also auch schwerer werden, und nachdem sie sich zusammengezogen und sichtbar geworden, in die Tiefe niedertauchen, um leichtere und wärmere Massen aufsteigen zu lassen.

Außer diesem Auf- und Niederwallen von der Tiefe zur Höhe und der Höhe zur Tiefe zeigt die ganze Sonne eine regelmäßige Umdrehung um eine Axe, eine Umdrehung, die immer erst in 25 Tagen und 6 Stunden vollendet ist. Diese Umdrehung ist an ganz eigentümlichen, großen Flecken erkennbar, welche auf der Oberfläche entstehen und vergehen, Flecken, die so groß sind, daß man sie zuweilen mit einem guten Taschenfernrohr von der Erde aus sehen kann, sobald man die Sonne durch den Nebel des Abend- oder Morgenhimmels

ohne Blendung beobachten kann, oder wenn man die blendenden Sonnenstrahlen durch ein schwarzes Glas oder sonst ein anderes Mittel unschädlich für das Auge gemacht hat (s. Fig. 23).

Aber die Flecken sind keine vereinzelt auftretende Erscheinung, sondern sie stehen mit anderen Erscheinungen in Zusammenhang, welche sich auf der Sonnenoberfläche zeigen. Wir beobachten nämlich in der Umgebung dieser Flecken stellenweis ein stärkeres Leuchten der Hülle, und ein Hervortreten von besonders lichten Stellen, welche man Sonnen-Fackeln genannt hat.

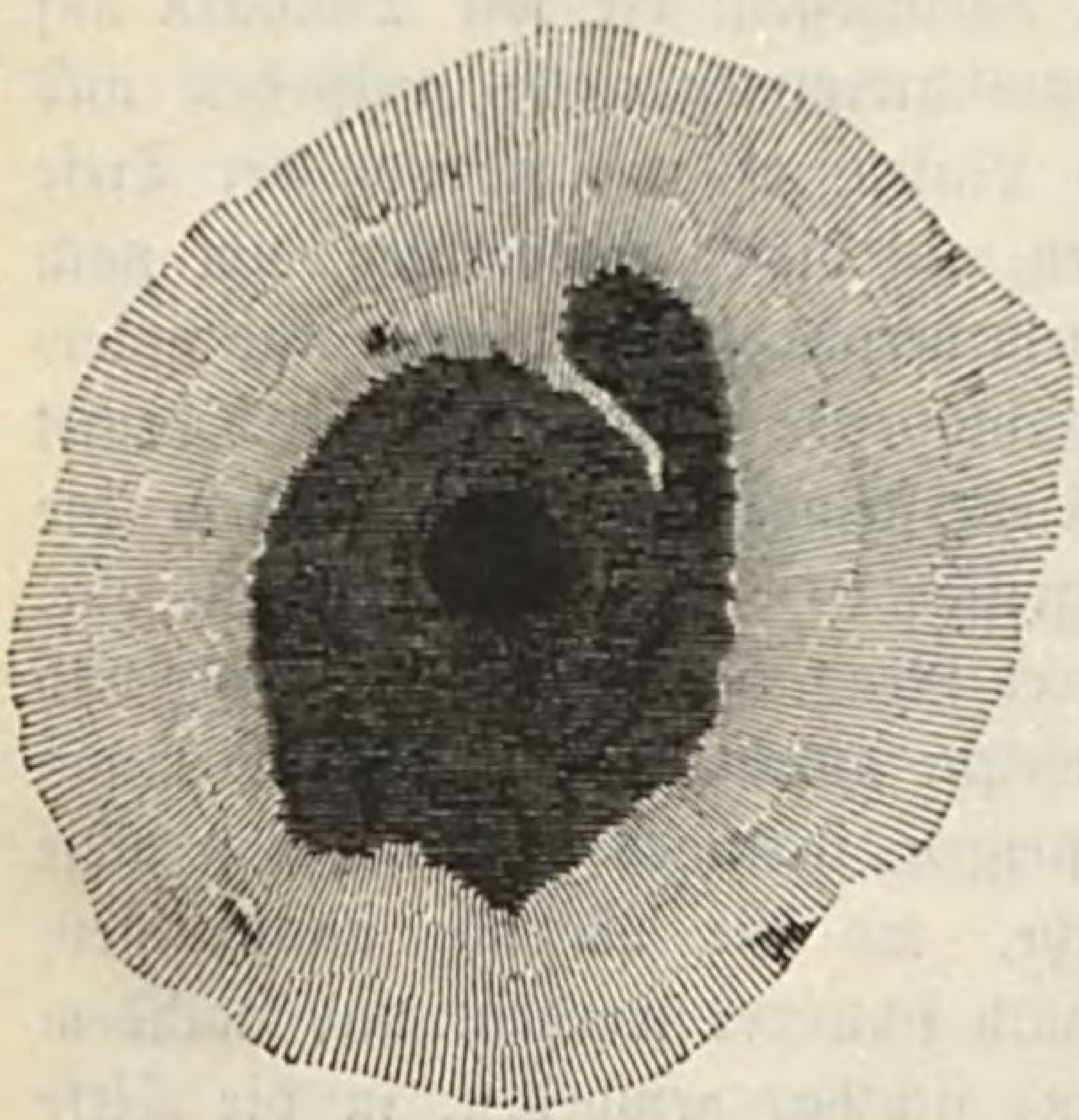


Fig. 23.
Ein Sonnenfleck.

Was sind diese Flecken? woher rühren sie?

Auf diese Fragen wissen wir auch hier in der Nähe der Sonne nichts Besseres zu antworten als die beobachtenden Astronomen unten auf Erden. Die Flecken sind nichts anderes, als jene bereits erwähnten, dunklen Streifen und Punkte, Teile der glühenden Sonne, welche an der Oberfläche erkaltet, dichter geworden sind und ihre leuchtende Kraft verloren haben. Am passendsten sind sie mit unsern Wolken zu vergleichen, welche sich gleichfalls hoch in luftiger Umgebung durch Abkühlung aus dem Luftmeere bilden.

Auch in der glühenden Sonnenatmosphäre entstehen solche Verdichtungen, die kälter und fester als ihre Umgebung, Licht

und Wärme der Sonne nicht durchtreten lassen, und deshalb als schwarze Flecken auf dem lichten Sonnenkörper erscheinen.

Die Schwungkraft der Umdrehung, die am Äquator größer sein muß als an den Polen, und die ungleichmäßige Abkühlung veranlaßt auf der Sonne ähnliche Strömungen, wie unsere Winde, und diese Winde jagen, zerteilen und sammeln die Sonnenwolken in gleicher Weise, wie sie auf unserer kleinen Erde mit unseren Wasserwolken ihr Spiel treiben.

Doch wir dürfen uns hierbei nicht aufhalten, und müssen uns einen Ort suchen, von dem aus wir diesem glühenden Meer uns nähern können.

XI. Wir suchen uns ein Absteige-Quartier.

Ohne Zweifel wäre eine solche Sonnenwolke die allerschönste Gelegenheit, uns auf der Sonne niederzulassen.

An Platz würde es uns da durchaus nicht fehlen. Schon im vorigen Jahrhundert wurde ein Sonnenfleck beobachtet, der fünfmal größer war als die Erde. Der berühmte Astronom Herschel (der Vater) sah sogar einen Sonnenfleck, der fünfzehnmal größer als die Erde war. Aus den sorgfältigen Beobachtungen des Astronomen Schwabe in Dessau ging hervor, daß die Wolken in der Atmosphäre der Sonne von der Größe Europas zu den gewöhnlichsten Erscheinungen gehören; und wenn es auch richtig ist, daß diese Wolken zuweilen in kleine Teile zerrissen werden, so ist doch nicht der mindeste Zweifel vorhanden, daß auf dem kleinsten Sonnenfleck jedes kleine deutsche Vaterländchen aufs allerbequemste Platz fände, und es keiner Steuerkunst seiner großen Diplomaten bedürfte, um das Gleichgewicht zu erhalten.

Gleichwohl hat das Niederlassen sein Bedenkliches, und wir hoffen, nicht für zaghaft verschrieen zu werden, wenn wir uns von solchem etwas fern halten.

Vor allem muß man wissen, daß selbst die Mitte eines Sonnenfleckes, wo er freilich weit dunkler ist als am Rand, immer noch stark leuchtet. Im Vergleich zur Oberfläche der Sonne, die blendende Strahlen aussendet, erscheint der Mittelpunkt eines Sonnenfleckes freilich pechschwarz; aber so oft der Planet Merkur vor der Sonnenscheibe vorüberzieht und als schwarzer Fleck auf derselben erscheint (und dies geschieht in einem Jahrhundert an die zwanzig Mal), so oft der Planet Merkur also vor der Sonnenscheibe als wirklich schwarzer Fleck vorüberzieht, und zuweilen auch vor dem Kern eines Sonnenfleckes steht, so bemerkt man, daß der Kern keineswegs pechschwarz, sondern noch sehr lichtstark ist, woraus folgt, daß die Wolke noch so ungemein viel Wärme besitzt, daß ein Aufenthalt auf derselben höchst bedenklich erscheint.

Sollten wir aber auch Mut fassen, um dieses Hindernis zu überwinden, so wird man uns dennoch gestatten müssen, daß wir uns erst überlegen, welche Rolle wir auf der Sonne spielen wollen.

Sie kommt uns, aufrichtig gestanden, ein wenig jammervoll vor.

Die Anziehungskraft der Sonne im Ganzen ist 320000mal stärker als die der Erde. Mit welchem Ruck wir also auf der Sonne anprallen würden, ist für unsere Begriffe kaum faßbar. Dieser Ruck wird noch stärker sein müssen, wenn wir von der Sonnenkugel die sehr dicke Atmosphäre abrechnen, und den Kern der Sonne demnach noch massiger und dichter annehmen müssen, als es gewöhnlich geschieht. Auf der Oberfläche der Sonne fallen die Dinge in einer Sekunde mindestens 140 Meter und sind auch mindestens an 30mal schwerer als auf der Erde. Würden wir nun auch mit ganzen Gliedern

bis auf die Oberfläche der Sonne gelangen — was wir keineswegs beschwören möchten — so ist es doch ausgemacht, daß jeder von uns sich dreißigmal schwerer fühlen muß als auf Erden, und das ist — milde gesagt — ein bißchen zu viel für unsere Phantasie.

Selbst ein Phantasie-Reisender wiegt mindestens einen Zentner, und unser Körper wird auf der Sonne so schwer werden, als ob neunundzwanzig Zentner auf uns lägen. Schlagen wir das Gewicht unseres Kopfes auch ganz gering auf fünf Pfund an, so würde uns dort der Kopf wirklich zentnerschwer werden. Das Herz, das etwa 400 Gramm wiegt, würde auf der Sonne wie ein Stein von 10 Kilo ins Gewicht fallen. Ist es demnach ausgemacht, daß wir nur mit sehr schwerem Kopfe und außerordentlich schwerem Herzen dort eine Lustpartie unternehmen könnten, so ist es doch wahrscheinlicher, daß wir uns dort platt auf den Boden hinlegen müßten, und warten, ob wir auch Kräfte genug bekommen, um auch nur ein einziges unserer schwerer gewordenen Glieder zu bewegen.

Wir machen deshalb in einiger Entfernung von der Sonne Halt, und werfen ungefähr 32 000 deutsche Meilen von ihr entfernt Anker, und zwar an einer sehr berühmten Stelle, an der Stelle, wo der große Komet im Jahre 1680 der Sonne am nächsten stand, und dann in einer merkwürdigen Wurflinie wieder davon abging, um, wie der große Astronom Encke berechnet hat, nach circa 8000 Jahren wieder zu kommen, wieder die Sonne anzugucken oder sich von ihr durchscheinen oder durchwärmen zu lassen und dann wieder auf und davon zu rennen, und zwar auf neue 8000 Jahre.

Hier machen wir Halt, und es ahnt uns so, daß wir auf unserer Reise noch irgend einem Kometen begegnen werden, um ihm einen Gruß an den großen Herumtreiber von 1680 aufzutragen, dessen Landungsplatz wir inne haben, und auf dem

wir's uns gemütlich machen müssen, da wir so manch Interessantes zu betrachten haben.

XII. Die Größe der Sonne.

Hier von unserem berühmten Ruheplätzchen aus sehen wir's so recht, wie groß die Sonne ist.

Wie groß ist sie denn?

Sie erscheint uns hier so groß, daß sie uns fast die Hälfte des Himmels verdeckt; allein das will nicht viel sagen, denn wenn wir uns einen Groschen dicht vors Auge halten, verdeckt er uns auch fast den ganzen Himmel. Die scheinbare Größe also vermag uns über die wirkliche Größe sehr zu täuschen. Wir wollen von der wirklichen Größe der Sonne sprechen, und zwar von der Größe der ganzen Kugel samt ihrer Atmosphäre, da wir die Dicke dieser Hülle — aufrichtig gestanden — nicht gut anzugeben wissen.

Wollten wir der Sonne einen Spieß in den Bauch stecken, der durch den Mittelpunkt der Kugel geht und auf der andern Seite herauskommt, so würden wir, wenn wir uns einen kleinen Kerb an jede Seite des Spießes machten, wo er aus der Sonne hervorragt, ein ganz genaues Maß von der Dicke der Sonne, oder was man so sagt, von dem „Durchmesser" der Sonne haben. — Und thun wir das, so sehen wir, daß die Astronomen ganz richtig gerechnet haben, denn der Durchmesser ist 185 200 Meilen.

Wie viel sind aber 185 200 Meilen?

Nun, davon wollen wir uns bald einen Begriff zu machen versuchen. Wenn wir ein Band von 185 200 Meilen Länge haben, so können wir uns folgenden Spaß machen. Wir binden das eine Ende an den Eiffel-Turm, reisen mit dem

andern Ende nach dem Monde, wickeln dem Mond sechsmal das Band um den Bauch, und kommen mit dem Ende wieder zurück zum Eiffel-Turm, umwickeln hier den Fuß des Turmes, reisen sechsmal kreuz und quer um die Erde und wickeln ebenfalls das Band sechsmal um dieselbe, und wenn wir bei dieser Gelegenheit gerade in der Meß-Zeit nach Leipzig kommen, so haben wir noch ein Endchen Band übrig, das wir zu Cotillon-Schleifen verkaufen können. Lassen wir nun, „nicht zum Schaden unserer Konkurrenten, sondern zum Vorteil unserer Käufer“, die Elle für nur einen Groschen, so können wir sieben Wochen lang „wirklichen Ausverkauf wegen Aufgabe des Geschäfts“ machen und täglich 1200 Ellen verkaufen, und von dem Endchen mehr als 6000 Mark lösen. —

Das sind 185 200 Meilen!

Der Umfang der Sonne aber ist gar ungefähr 555 600 Meilen, das heißt, man brauchte ein Band von dieser Länge, wenn man dasselbe einmal um die Sonne wickeln wollte. Ein Band von dieser Länge kann man aber zehndoppelt nehmen und einen Strick daraus drehen, und dieser Strick wäre lang genug, um damit den Mond an die Erde anzubinden. — — Wenn die Eisenbahnen auf der Sonne auch 100 Meilen den Tag zurücklegen, so dauert eine Reise um die Sonne direkt per Dampf volle 16 Jahre, während eine gleiche Reise um die Erde in zwei Monaten zurückgelegt wäre.

Wenn das nun vom Durchmesser und Umfang der Sonne gesagt werden muß, so sind wir wirklich in Verlegenheit, von dem ganzen Inhalt dieser Kugel ein Wort zu sagen, denn wenn wir versicherten, daß sie 3500 Billionen Kubikmeilen enthält, so wäre das doch ein leeres Wort, solange wir uns nicht mindestens einen Begriff von einer einzigen Kubikmeile verschafften und zugleich eine Ahnung davon, wie viel eine einzige Billion ist.

Wie groß ist eine Kubikmeile? und was ist eine Billion? das wollen wir gleich sehen.

Wir wollen einmal eine Stange von einer Meile hinlegen, und, nachdem das geschehen ist, wollen wir sie grade aufrecht in die Höhe stellen. — Nun gucken wir einmal hinauf, um zu sehen, wie hoch sie ist!

Wie hoch? das wissen wir ja: eine Meile!

Freilich, wir wissen's; aber wir machen uns doch schwerlich ein richtiges Bild davon, wenn wir uns nicht einiger Hilfsmittel dazu bedienen. Wir wollen uns deshalb vorstellen, daß neben dieser Stange die gleich große Bildsäule eines Menschen hingestellt würde; also eine Bildsäule, die eine Meile groß ist, und nun werden wir uns schon einigermaßen richtigere Begriffe von dieser Höhe machen können, wenn wir folgende Betrachtung anstellen.

An einer Bildsäule von der Höhe einer Meile liegt das Knie eine viertel Meile, also fast 2000 Meter hoch, und da der Eiffelturm nur 300 Meter hoch ist, so müßte man 6 solcher Türme übereinander stellen, um zum Knie zu gelangen. — Erwähnen wir nun noch, daß man 25 ägyptische Pyramiden eine über die andere stellen müßte, um gleiche Höhe mit der Hüfte dieser Bildsäule zu erreichen, so ist es klar, daß wir ganze Gebirge nötig haben, um daran die Höhe der Figur zu messen, denn nur sehr wenige Berge auf Erden sind eine Meile hoch: der höchste von allen, der Mount Ewerest im Himalaya, ist ein und eine sechstel Meile hoch. — Hiernach läßt sich's ungefähr bildlich begreifen, was eine Meile hoch sagen will.

Nun aber kehren wir wieder zu der Stange zurück, die wir senkrecht aufgerichtet haben, und denken uns geradeaus in der Entfernung von einer Meile ebenfalls solch' eine Stange aufgerichtet und nageln wir uns einmal Bretter von der einen Stange zur andern, sodaß wir eine Bretterwand von der Länge einer Meile bekommen, und da wir immer höher mit dem Annageln der Bretter vorschreiten, so bekommen wir endlich eine Wand, die eine Meile lang und eine Meile hoch ist.

Ist das eine Kubik-Meile? — I bewahre, noch lange nicht, denn diese Wand ist nur eine Quadrat-Meile.

XIII. Allen Respekt vor einer Kubik-Meile.

Denken wir uns nun eine solche Bretterwand von einer Meile Länge und einer Meile Höhe wirklich gezogen, so wollen wir nur beiläufig bemerken, daß durch dieselbe die Witterung in einer ganz fabelhaften Weise umgestaltet würde. Die nördliche Seite würde einen ungeheuer langen Winter, während die südliche Seite einen ungemein frühen und langen Sommer haben würde. Man könnte im April auf der einen Seite Wasser-Korso fahren, auf der andern Seite Schlittschuh laufen. — Allein das gehört nicht hierher und wir wollen uns nicht weiter auf solche Vergnügungen einlassen.

Was wir eigentlich sagen wollen, ist Folgendes:

Wir haben jetzt eine einzige Bretterwand aufrecht stehend. Nun wollen wir uns aber vier solche Bretterwände denken und wollen diese vier Wände zu einer Kiste zusammennageln und da die Kiste oben noch offen ist, so wollen wir uns einen Deckel, der gleichfalls wird eine Meile breit und lang sein müssen, dazu zimmern und richtig aufsetzen.

Diese Kiste würde den Raum einer Kubik-Meile einnehmen, oder einfacher eine Würfel-Meile sein, denn jeder wird zugeben, daß die Kiste einen Würfel bildet, von dem jede Seite eine Meile lang und hoch ist.

Da wir nun wissen, was eine Kubik-Meile ist, wollen wir einmal sehen, was solch' eine Kubikmeile zu sagen hat, oder einfacher, was solche Kubik-Meile in sich hat.

Zu diesem Zweck wollen wir den Deckel, der jetzt noch

eeren Kiste öffnen und versuchen, die Kiste mit allem, was wir zur Hand haben, vollzupacken. Die Stadt Berlin liegt uns so recht bequem, wir nehmen sie wie ein Kinderspielzeug und werfen sie in die Kiste. Darauf laufen wir schnell nach Potsdam und nehmen beiläufig alle Dörferchen auf dem Wege mit und packen alles zusammen und werfen's in die Kiste. Da aber mit all' dem nicht viel mehr als der Boden der Kiste bedeckt ist, so müssen wir weiter ausholen. Wir ergreifen ganz Paris mit allen Säulen, Türmen, Triumphbogen und Kirchen und werfen's hinein; da aber all' das noch kaum zu merken ist, müssen wir auch ganz London zuschmeißen. Daß Wien mit hineingehört, versteht sich von selbst, und um den Frieden nicht zu stören, wollen wir auch Petersburg zuthun. Da aber all das noch nichts hilft, um die Kiste nur merklich zu bepacken, wollen wir anfangen, Provinzialstädte hineinzuthun, und um keinen Neid und Rangstreit aufkommen zu lassen, wollen wir alle Festungen, Dörfer, Schlösser, Gehöfte beilegen. Aber all' das zieht noch nicht. Wir werfen alles, was Menschenhände in Europa gemacht haben, hinein; aber das füllt kaum den vierten Teil der Kiste. Wir thun all die Schiffe vom Meere dazu; es hilft nichts. Wir greifen nach der alten und neuen Welt, und werfen Aegyptens Pyramiden und Nord-Amerikas Eisenbahnen und Maschinen-Fabriken hinein; wir thun alles, was wir von Menschenwerken in Afrika, Asien, Amerika und Australien vorfinden, in die Kiste — und sie wird kaum zur Hälfte gefüllt werden.

Nun wollen wir die Kiste ein bißchen schütteln, dann sackt sich alles besser und legt sich in Ordnung, und da wir's uns einmal in den Kopf gesetzt haben, die Kiste vollzupacken, so wollen wir versuchen, ob wir sie nicht mit Menschen vollbekommen.

Wir raffen nun alles Stroh zusammen, das auf der ganzen Erde zu haben ist, und breiten dies in der Kiste aus;

da es jedoch nicht ausreicht, um das Gerümpel darunter zu bedecken, so müssen wir Baumlaub zu Hilfe nehmen und stellen somit eine weiche Schicht her, um Menschen drauf packen zu können.

Da wir für jeden Menschen etwas über 60 Centimeter Breite brauchen, so legen wir an die eine Wand der Kiste, die 7 500 Meter Länge hat, eine Reihe von 12,000 Menschen; und da wir's den Menschen gern bequem machen, wollen wir die Höhe der Menschen zu fast 2 Metern annehmen, sodaß wir auf das Strohlager 4 000 solche Reihen legen können. Nun weiß es aber jeder, daß 4 000 mal 12,000 genau 48,000,000 macht, und da Deutschland nicht viel mehr als 48 Millionen Menschen hat, so hat die Bevölkerung des deutschen Reiches in der untersten Schicht so ziemlich Platz.

Nun decken wir diese mit irgend einer weichen Schicht von einem Fuß Höhe zu, und legen auf dieses Lager die zwei Millionen Menschen, die in Australien leben, und behalten noch Platz, um 46 Millionen Menschen aus Asien neben sie hinzulagern. Decken wir nun auch diese Schicht zu und bereiten immer neue Lager, um immer weitere 48 Millionen Menschen einzupacken, so gehören kaum siebzehn Schichten dazu, um die 800 Millionen Menschen Asiens hinzulagern. Für Afrika, wo circa 210 Millionen Menschen wohnen, brauchen wir kaum fünf solche Schichten in unserer Kiste, und die 332 Millionen große europäische Menschheit, für die sonst die Welt zu klein ist, nimmt in unsere Kiste eingepackt kaum sechs Schichten ein.

Im ganzen also können wir in unserer Kiste nur 20 Schichten mit Menschen vollpacken, und wenn wir für jede Schicht nebst Strohverpackung drei Fuß rechnen, so nimmt die ganze Menschheit des Erdballs in unserer Kiste nur 60 Fuß Höhe weg, so daß wir 200 mal so viel Menschen, als in der

Welt existieren, brauchen, um nur die halbvolle Kiste ganz zu füllen.

Was bleibt uns nun übrig? Wollten wir auch die Tierwelt in die Kiste einpacken, und Ochsen, Esel, Schafe, Pferde, Maulesel, Kamele,! Elephanten über die eingepackte Menschheit werfen, und darauf Geflügel und Fische und Schlangen und alles, was kriecht und fliegt, sie würde doch nicht voll, wenn wir nicht noch zu Felsen und Gebirgen unsere Zuflucht nehmen.

Und das alles ist nur eine einzige Kubik-Meile! Gewiß man bekommt Respekt vor einer Kubik-Meile.

XIV. Wir bekommen noch mehr Respekt vor der Sonne.

Ist es denn aber auch wirklich wahr und richtig und menschenmöglich, daß eine einzige Kubikmeile so groß ist? Sollte man wirklich eine Kiste, von der jede Wand eine Meile lang und hoch ist, gar nicht füllen können? Wie, haben wir nicht Maschinen, die alles in der Welt machen, sollten wir nicht eine Maschine herstellen können, die auch diese Aufgabe erfüllt?

Frisch auf! wir müssen's gleich probieren!

Wir bauen eine Ziegelbrennerei und wenden eine solche Maschinerie dabei an, daß in jeder Sekunde ein Ziegelstein fertig wird, der eine halbe Elle hoch und ebenso dick und ebenso breit ist, das heißt: ein ziegelsteinerner Würfel von einem Fuß. Wir richten die Maschine ferner so ein, daß sie Tag und Nacht im Gange bleibt, und zugleich bei der Fabrikation jeden fertigen Stein ordnungsmäßig in die Kiste packt. Da müßte es denn doch kurios zugehen, wenn wir nicht bald die Kiste voll bekämen!

Wohlan, die Maschine ist fertig, und sie arbeitet schon! In jeder Sekunde — das ist keine Kleinigkeit — liefert sie einen Stein und legt ihn — was noch mehr ist, — ordentlich in die Kiste. Das geht so schnell, daß unser Auge kaum folgen kann, darum wollen wir's abwarten, denn sie wird gewiß recht bald damit fertig werden!

O ja, recht bald! Wir können's ganz genau berechnen.

In jeder Sekunde macht sie einen Ziegelstein; also in der Minute 60; in der Stunde 60 mal so viel, also 3600; und in einem Tage 24 mal so viel, also 86,400. Durch ein ganzes Jahr gar macht sie 365 mal so viel, und das giebt 31,536,000 solcher Ziegelsteine.

Nun wollen wir einmal sehen, wie viel solcher Ziegelsteine in unsere Kiste hineingehen.

Wir belegen erst ordnungsmäßig reihenweise den Boden der Kiste. Jede Reihe ist eine Meile lang, folglich gehen auf eine Reihe 24,000 Steine. Da aber der Boden vierundzwanzig solcher Reihen faßt, so müssen wir 24,000 mal 24,000 Steine haben, um den Boden zu bedecken, und das sind netto 576,000,000 Steine. —

Da nun unsere Maschine nur 31,536,000 jährlich liefert, kann sich's jedes Kind ausrechnen, daß sie in 18 Jahren, in welchen sie Tag und Nacht arbeitet, noch nicht einmal so weit ist, auch nur den Boden der Kiste mit Steinen zu belegen!

Nun aber ist unsere Kiste auch eine Meile hoch, das heißt, sie braucht, um gefüllt zu werden, 24,000 solche Schichten, wie die ist, welche den Boden bedeckt, und wenn man eine kleine Rechnung, die jeder Schulknabe machen kann, ausführen will, wird man sich überzeugen, daß unsere Maschine doch nicht so schnell mit ihrer Arbeit fertig wird, als wir es geglaubt haben. Sie wird Tag und Nacht, Jahr aus, Jahr ein ohne Unterbrechung volle 438,356 Jahre, 58 Tage, 9 Stunden und 36 Minuten arbeiten müssen, um ihre Aufgabe zu vollenden.

Das ist eine einzige Kubik-Meile, ein Würfel, der nur eine Meile lang, eine Meile breit und eine Meile hoch ist, und da

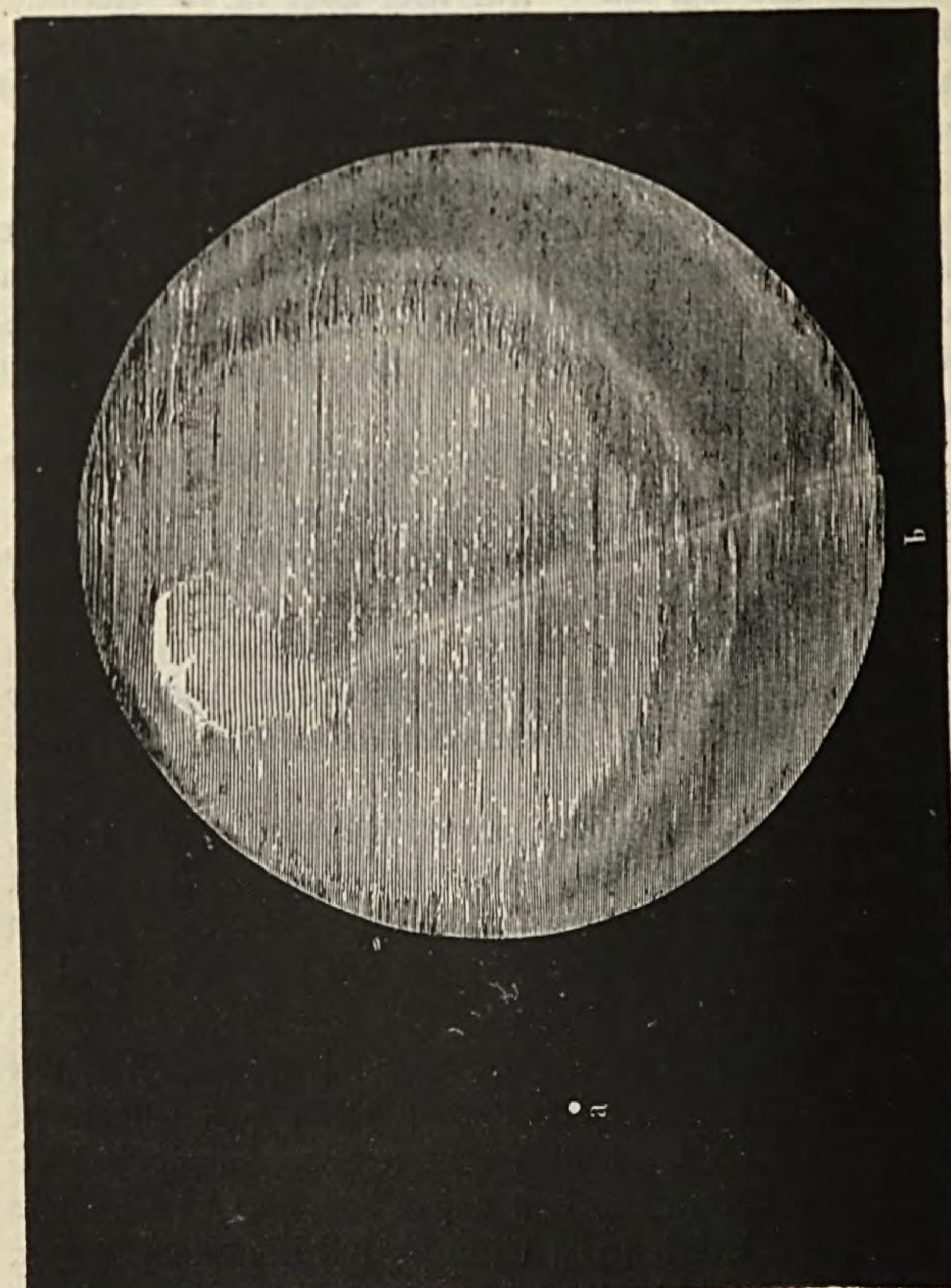


Fig. 24.

man aus der Erdkugel 2650 Millionen solcher Würfel schneiden kann, so müssen wir bei allem Respekt vor einem einzigen

solchen Würfel, einen ganz besondern Respekt vor der Erdkugel bekommen!

Und dabei müssen wir bedenken, daß die Erde früher, als sie noch gasförmig war, einen ungeheuer vielmal größeren Raum einnahm als jetzt, wo sie erkaltet ist. Fig. 24 zeigt uns das damalige Volumen der Erde im Vergleich zur heutigen Größe (a). Nun mache man sich eine Vorstellung von den Raumverhältnissen in unserm Sonnensystem! — und wie verschwindend klein sind diese Größenmaße wieder gegenüber denen im gesamten Weltall!

Wir vergessen aber ganz und gar, daß wir eigentlich auf unserer Phantasie-Reise vor der Sonne Station gemacht haben, um die Größe der Sonne zu betrachten. Wie bereits erwähnt, enthält die Sonne 3500 Billionen Kubikmeilen, und da wir uns nun ungefähr ein Bild von einer einzigen Kubik-Meile machen können, müssen wir auch die Frage beantworten: wie viel ist denn eigentlich eine Billion?

Eine Billion ist eine Million mal Million und sieht in Zahlen geschrieben so aus: 1,000,000,000,000. Allein Zahlenreihen geben nicht die mindeste Vorstellung von der Menge, welche sie ausdrücken. Unser Auge — vielleicht auch unser Verstand — ist so beschränkt in Auffassung von Mengen, daß wir kaum mehr als drei Dinge mit einem Blick überschauen. Wenn wir die nebenstehenden sechs Gedankenstriche (— — — — — —) mit einem einzigen Blicke zählen wollen, so teilen wir sie unwillkürlich in zweimal drei oder in dreimal zwei ein und fassen sie dann erst als sechs auf. Unsere besten Kartenspieler würden nicht so schnell eine Pik-fünf von einer Pik-sechs oder gar eine Pik-acht von einer Pik-zehn mit einem einzigen Blick unterscheiden können, wenn die Zeichen der Karten nicht in der gewohnten Ordnung zu drei und drei und vier und vier ständen. Größere Mengen lernen wir erst nach vieler Erfahrung schätzen, und von Mengen, über welche wir keine

Erfahrungen haben, können wir uns auch gar keine Vorstellung machen.

Eine Billion ist so viel, daß ein Mensch, der imstande ist, in jeder Sekunde drei zu zählen, an zehntausend Jahre Tag und Nacht zählen müßte, um eine Billion auszählen zu können!

Da man nun aus der Sonne 3500 Billionen Würfel schneiden kann, von denen jeder eine Meile hoch und lang und breit ist, so ist es ganz unzweifelhaft, daß, wenn irgend eine Hand es vermöchte, in jeder Sekunde drei solche Kubik-Meilen von der Sonne abzureißen und fortzuschleudern, sie volle 35 Millionen Jahre zu thun hätte, um die ganze Sonne zu vernichten.

Stellen wir uns vor, daß bei der Entstehung der Sonne sich in jeder Sekunde eine Kubik-Meile dieser Masse bildete — was wahrhaftig ein bißchen sehr übertrieben ist — so hat es 106 Millionen Jahre gedauert, bevor die Sonne fertig wurde!

Unter solchen Umständen nehme man es uns Phantasie-Reisenden nicht übel, wenn wir ungeheuren Respekt vor der Sonne bekommen und von unserer Reise-Station aus anfangen, uns einmal in der Welt umzusehen, welche von diesem Natur-Ungeheuer erwärmt und erleuchtet wird.

XV. Die Raumverschwendung im Sonnen-System.

Welch' ungeheure Größe auch die Sonne hat, hier von unserer Station aus vermögen wir doch nur zu sagen, daß sie klein, unendlich klein ist gegen den Raum, welcher ihr als Gebiet angewiesen ist.

Wir erschrecken vor der ungeheuren Masse, welche in der Sonne angehäuft ist; aber wir entsetzen uns noch mehr vor der

ungeheuren Leerheit im Raume, die rings um die Sonne herrscht. — Es bewegen sich zwar eine Reihe von Planeten um die Sonne, die wir recht bald die Ehre haben werden, näher kennen zu lernen; allein sie alle bewegen sich in Kreisen, die fast in einer und derselben Ebene mit dem Äquator der Sonne liegen. Ein Mensch auf der Sonne, der sich so hinstellt, daß ihm zur Rechten der eine und links der andere Pol der Sonnenkugel liegt, und nun geradeaus in die Ferne blickt, der wird sämtliche Planeten um die Sonne laufen sehen, als ob sie alle beisammen eine gemeinsame, nur sehr schmale Rennbahn hätten. Keiner der Planeten weicht bedeutend nach rechts oder links von dieser Bahn ab. Wendet dieser Mensch aber das Gesicht rechts oder links nach einem der Pole der Sonnenkugel und blickt hier hinaus in die Ferne, so blickt er weit, weit hinein in einen leeren Raum, der ganz unbevölkert wäre, wenn nicht Kometen die Güte hätten, von Zeit zu Zeit Phantasie-Reisen in diese Einöde zu machen und ohne Ordnung rechts und links und nach allen Weltgegenden ihren Umlauf um die Sonnenkugel auszuführen.

Es ist eigentümlich, wie ungeheuer weit das Sonnensystem in die Welt hinausreicht, und wie merkwürdig schmal dasselbe trotzdem ist. Wollte man die Sonne mit samt allen Planeten einpacken, ohne sie im Lauf zu stören, so würde man, wie wir schon wissen, dazu eine Kiste brauchen, die die Form einer gewöhnlichen, flachen, runden Schnupftabakdose hat. Die Weite dieser Dose, in welcher Neptun, der letzte der jetzt bekannten Planeten sich noch in seinem Kreise um die Sonne bewegen könnte, müßte 600 Millionen Meilen betragen, während die Höhe der Dose kaum eine Million Meilen zu sein brauchte.

Sehen wir uns nun rechts und links von diesem unsern Standpunkt aus um, das heißt, blicken wir nach der Richtung hin, nach welcher die Pole der Sonne zeigen, so finden wir einen leeren Raum, der bis zu den Fixsternen geht, und

wollten wir einen Besuch bei einem der nächsten dieser Fixsterne machen, so würden wir eine Reise vor uns haben, die selbst auf dem elektrischen Telegraphen, der uns als Phantasie-Reisegelegenheit dient, nicht weniger als zwei und ein halbes Jahr Zeit erfordert.

Daß dies eine Entfernung ist, die jede Phantasie übersteigt, werden wohl Alle zugeben müssen. Man wird uns daher erlauben, daß wir uns in diesem leeren Raum nur ein Plätzchen aussuchen, von wo aus wir das Sonnensystem seitwärts ansehen können, und zu diesem Zweck machen wir auf unserer Reisetour von der Erde zur Sonne einen Abstecher rechts in den leeren Weltraum hinein, um dort das ganze Sonnensystem, das heißt die Sonne samt all' den Kreisen, in welchen die Planeten um dieselbe wandern, so recht vor Augen zu haben.

Damit wir indessen nicht allzuweit in diese leere Unendlichkeit hineingeraten, wollen wir auf unseren Seiten-Abstecher nur $^3/_4$ Stunden verwenden, und das heißt ungefähr so viel, daß wir dort Halt machen wollen, wohin uns die Geschwindigkeit der Elektrizität in dreiviertel Stunden zu tragen imstande ist, was beiläufig bemerkt ungefähr 108 Millionen Meilen ausmacht. Und indem wir dies sofort ausführen, befinden wir uns schon außerhalb des Gebietes, wo die Planeten um die Sonne kreisen, und besehen uns das Ding weit übersichtlicher und anschaulicher von der Ferne.

Allein so bequem und ungestört wir auch hier Platz nehmen, so sehr stört doch ein Umstand unsern Plan, ein Umstand, den wir gar nicht zu bewältigen imstande sind.

Von hier aus gesehen erscheint uns die Sonnenscheibe schon fünfmal kleiner, als wir sie von der Erde aus sehen; das will jedoch nicht allzuviel sagen. Zu erkennen ist sie trotzdem durch ihr noch immer sehr helles Licht, das etwa fünf und zwanzig Mal schwächer als auf Erden in unser Auge

strahlt; allein mit den Planeten ist dies ein übel Ding, denn unsere Erde sieht von hier wie ein feines Pünktchen aus, das man kaum recht sehen kann, unser Nachbar Mars verschwindet fast, während die kleinen Planeten, die zwischen diesem und Jupiter ihren Rundlauf um die Sonne nehmen, vollkommen unsichtbar sind. Wir überzeugen uns hier von einer etwas sonderbar klingenden Wahrheit, die aber leider nicht wegzuleugnen ist, von der Wahrheit nämlich, daß es im Weltraum keinen Punkt giebt, von wo aus ein menschliches Auge mit Bequemlichkeit unser Sonnensystem überblicken könnte. In der Nähe dieses Systems sind die Kreise so furchtbar groß, daß sie sich nicht mit einem Blick umfassen lassen; in der Ferne von demselben ist ein Teil der Planeten so klein, daß sie ganz verschwinden.

Von hier aus sehen wir's erst recht, welch' furchtbare Raumverschwendung im Sonnensystem herrscht, selbst dort herrscht, wo es von den Planeten durchwandert ist. Nimmt man nur die Planeten als belebt an, während der Raum, durch welchen sie wandern, der unbelebte, leere Teil der Welt ist, so nimmt das Leben in einem unendlichen, großen Weltall nur einzelne, äußerst kleine Punkte ein, die neben der Größe der Welt als die unscheinbarsten Dinge ganz und gar dem Auge verschwinden.

XVI. Ein Sonnensystem im Kleinen.

Der Übersichtlichkeit wegen wollen wir uns nun ein Sonnensystem im Kleinen machen, und dabei zugleich die Größe der Sonne und der Planeten wie deren Entfernung von einander in solchen Verhältnissen darstellen, wie sie für unsere Sinne am leichtesten faßlich sein werden.

Denken wir uns also eine Kugel von $^2/_3$ Meter Durchmesser, die die Sonne vorstellen soll. Eine Kugel von dieser Größe ist in der Nähe betrachtet schon recht ansehnlich; ihr Umfang ist etwa dem eines Vorderrades einer Droschke gleich; eine solche Kugel vermag schon ein Mensch nicht zu umspannen. Dies also soll die Sonne vorstellen.

Wie groß müssen wir Merkur, den nächsten Planeten, machen, um ein richtiges Verhältnis herauszubekommen? Eine einfache Rechnung zeigt, daß wir unter diesen Umständen den Merkur nicht größer als ein Senfkörnchen machen dürfen.

Wer sich nun die Größe eines Senfkörnchens gegen die einer Kugel von $^2/_3$ Meter Durchmesser lebhaft vorstellen kann, der wird gestehen, daß sie für unser Auge in gar keinem schätzbaren Verhältnis zu einander stehen. Wo soll man solch' ein Körnchen hinlegen, damit es für unser Auge auch nur bemerkbar ist gegen die größere Kugel? —

Ein Körnchen, das unter unserm Nagel hängen bleibt und eine Kugel, die wir mit beiden Armen nicht umspannen können, lassen sich kaum gleichzeitig betrachten; wollte man auch das Körnchen der bessern Beschaulichkeit wegen, auf die Kugel selber legen, so würde es bei dem gewöhnlichen Ansehen so wenig beachtet werden, so wenig wir ein Sandkörnchen beachten, das am Wagenrade klebt.

Wo aber müssen wir das Senfkörnchen hinlegen, um unser kleines Sonnensystem dem wirklichen nach Verhältnis ähnlich zu machen.

Wir müssen zu diesem Zweck etwa 25 Meter abmessen, und in solcher Entfernung von der größeren Kugel legen wir das Senfkörnchen hin.

Wollen wir nun auch den zweiten Planeten, Venus, an der passenden Stelle anbringen, so müssen wir zu seiner Darstellung schon eine Erbse wählen, und wenn wir diese in einer

Entfernung von 50 Meter von der Kugel ab hinlegen, so wird dies unserm Modell so ziemlich entsprechen.

So groß wir kleinen Menschen uns auch dünken, so klein sind wir bekanntlich gegen die Erdkugel, und dennoch dürfen wir für unser Modell nur eine zweite Erbse wählen, um sie die Erde vorstellen zu lassen. Legen wir diese Erbse in einer Entfernung von 65 Meter von der Kugel, so wird sie an dieser Stelle unserm Zwecke entsprechen.

Für den Planeten Mars können wir nur ein Kügelchen von halb so großem Durchmesser wie eine Erbse brauchen.

Nunmehr müssen wir gar zu etwa 400 äußerst feinen Stäubchen, die man mit bloßem Auge kaum sehen kann, unsere Zuflucht nehmen, um die vierhundert sehr kleinen Planeten darzustellen, welche hinter Mars ihren Umlauf um die Sonne nehmen.

Jetzt müssen wir uns für den größten Planeten, für Jupiter, eine passende Kugel suchen; sie ist gegen die andern schon sehr beträchtlich; im Verhältnis zu unserm Modell jedoch können wir für Jupiter höchstens einen Pfirsich brauchen, und diesen müssen wir schon etwa 350 Meter tragen, um ihn dort seinen Platz anzuweisen.

Hier müssen wir nunmehr nachsinnen, wie wir uns den Saturn darstellen, der bekanntlich eine Kugel ist, welche frei in einem flachen Ringe schwebt. Eine Kirsche wird uns leicht aus der Verlegenheit helfen, ihre Größe ist für unser Modell ungefähr passend, und wenn wir zwei lange Stengel zu einem Ring verwenden, den wir irgend wie haltbar um die Kirsche legen, so können wir uns damit etwa 650 Meter weit begeben, um daselbst für sie die passende Stelle ausfindig zu machen.

Für Uranus können wir eine recht kleine Haselnuß nehmen. — Endlich brauchen wir für den erst im Jahre 1846 entdeckten Neptun eine Kugel von der Größe einer Quitte, und diese legen wir 2 Kilometer entfernt nieder.

Dies ist ein ungefähr entsprechendes Modell für das Sonnensystem, wenn wir für die Sonne eine Kugel von $^2/_3$ Meter Durchmesser nehmen.

Und an diesem Modell, das wir auch in Bewegung setzen müssen, wollen wir versuchen, das zu zeigen, was wir im Weltraum, seitwärts ab vom Sonnensystem schwebend, zu sehen bekommen.

XVII. Wie das Modell stimmt.

Bevor wir unser Modell in Bewegung setzen, müssen wir uns eine kleine Bemerkung erlauben.

Was würde wohl jemand dazu sagen, wenn er einen so weiten Raum, mehr als $^1/_2$ Meile, mit nichts weiter besetzt sehen würde, als mit unserer Kugel von $^2/_3$ Meter Durchmesser und all den kleinen Körnchen und Kügelchen, die wir für unser Modell gebraucht haben? Gewiß, er würde vor allem über die furchtbare Raumverschwendung erstaunt sein; und mit Recht würde er sich fragen, ob, wenn dies wirklich das Sonnensystem vorstellen soll, nicht noch viel tausendmal mehr Kügelchen derart Platz hätten.

Wir glauben auch in der That, daß, wenn man einem Menschen diese Kugel samt den Körnchen und Kügelchen gäbe, damit er sie nach seinem Geschmack und seinem Belieben placiere, er ohne allen Zweifel ganz etwas anderes daraus gemacht haben würde, und sind deshalb auch ernstlich der Ansicht, daß die Welt, das heißt das Sonnensystem ganz anders aussehen würde, wenn irgend ein Mensch bei seiner Entstehung etwas drein zu sprechen gehabt hätte.

Allein eben so aufrichtig wollen wir's nur gestehen, daß wir nicht glauben, es würde irgend ein Menschenkind das

Sonnensystem besser und, was die Hauptsache ist, dauernder eingerichtet haben.

Unserem Geschmack, das ist richtig, sagt das Sonnensystem durchaus nicht zu; aber nachdem wir wissen, daß es seine Jahre schon gehalten hat, nachdem wir aus den Schlüssen der Naturforscher gelernt haben, daß es vielleicht Billionen von Jahren schon existiert, und endlich gar, nachdem der scharfsinnigste der Astronomen, der französische Naturforscher Laplace den unumstößlichen Beweis geliefert hat, daß das Sonnensystem so solide eingerichtet ist, daß es nach Billionen und Billionen von Jahren noch haltbar sein wird, und daß eigentlich gar keine Zeit in Aussicht steht, wo es einmal zu Schanden geht, da bekommen wir einen Respekt vor dieser offenkundigen Weitläufigkeit, und haben umsomehr Ursache, uns darüber zu beruhigen, weil wir's doch einmal nicht zu ändern imstande sind.

Und weil dem so ist, wollen wir uns drein finden, und an unserm Modell auch zugleich die Bewegungen der wirklichen Planeten betrachten.

Zu diesem Zweck wollen wir uns die Reihe all' der Kugeln und Kügelchen in ihren Entfernungen von einander recht lebhaft vorstellen, und uns dabei alles andere fortdenken. Wir nehmen also an, daß nichts als leerer Raum da ist, worin eben nur die eine größere Kugel samt den vierhundert kleineren Kügelchen in den angegebenen Entfernungen existiert. Denken wir uns dies recht lebhaft, so haben wir in vollster Wahrheit ein Sonnensystemchen vor uns.

Denn im leeren Raum wird ganz unzweifelhaft die Masse der größern Kugel all' die andern, selbst die entfernteste anziehen. Sie würden sich also in gerader Richtung wirklich nach der großen Kugel hinbewegen. Nun brauchen wir nur jedem Kügelchen einen kleinen Stoß von unten zu versetzen, der dasselbe mit ungefähr gleicher Kraft, wie die der An-

ziehung aufwärts treibt, um sämtliche Kügelchen in ewigen und unendlichen Kreisen um die große Kugel wandern zu sehen.

Das Senfkörnchen, das Merkur darstellt, wird wirklich in einem Kreis um die große Kugel gehen, und zwar in 88 Tagen; ganz so wie der wirkliche Planet Merkur um die Sonne; denn unsere Kugel von zwei Fuß Durchmesser wird, vorausgesetzt, daß sie aus dem Holz einer frisch gefällten Steineiche oder aus einem gleich schweren Stoff angefertigt ist, auf das Senfkörnchen, das 25 Meter von ihr entfernt sich fortbewegt, gerade so wirken, wie die große, mächtige Sonne auf den Planeten Merkur.

Der Kreis, den das Senfkörnchen beschreibt, wird, wenn wir uns die Richtung, in welcher es gelegen, merken, nach aufwärts gehen. Nach zweiundzwanzig Tagen wird es 25 Meter hoch gerade oben über der Kugel schweben, sodann wird es sich auf der andern Seite nach abwärts wenden, und nach neuen 22 Tagen wird es sich in gerader Linie auf der andern Seite der großen Kugel befinden. Nach wieder neuen 22 Tagen wird es nach unten gegangen sein, und sich unter der Kugel 25 Meter von ihr entfernt bewegen, um nach neuen 22 Tagen wieder dort zu sein, wo wir ihm den kleinen Stoß versetzt haben; und ohne einen neuen Stoß zu erhalten, wird es den jetzt vollendeten Kreis wiederum zu durchlaufen anfangen, und richtiger und pünktlicher als alle Uhrwerke der Welt seinen Rundlauf in der Ewigkeit vollführen. — Denn um eine Sonne und einen Planeten zu machen, dazu gehört, wenn man von vielen andern Dingen absieht, in der That nicht viel; und zwar braucht man ein Stück leeren Raum, ferner eine Gegend, wo eine andere Anziehungskraft nicht störend einwirkt, und dazu eine größere Kugel und eine kleinere, und endlich giebt man der kleinern Kugel, die man entfernt von der großen hält, einen ganz leichten Stoß, der sie seitwärts treibt, und sie

wird von selber schon durch die Anziehung der großen Kugel geleitet, im Kreise um dieselbe wandern.

Und wie das Senfkörnchen getreu den Merkur in seiner Wanderung nachahmen wird, so wird die Erbse, welche Venus darstellt, nach einem leichten Stoß aufwärts wirklich die Bewegungen des Planeten Venus nachahmen. Die Erbse wird in 224 Tagen ihren Kreis um die Kugel machen. Sie wird ähnlich, wie wir dies beim Senfkörnchen gesehen, nach 56 Tagen oben über der Kugel so weit abstehen, so weit ab wie wir sie hingelegt hatten. Nach neuen 56 Tagen wird sie sich jenseits in gerader Linie mit der großen Kugel befinden; nach weiteren 56 Tagen wird sie unter der großen Kugel stehen, um nach wiederum 56 Tagen an dem Punkt anzulangen, von wo sie ausging, und um weiter einen gleichen Kreis in Ewigkeit herum zu wandern.

Wenn wir nun versichern, daß die zweite Erbse, welche die Erde darstellt, ein Jahr brauchen wird, um ihren Kreis zu vollenden, daß ferner das kleine Kügelchen, welches Mars bedeuten soll, in 687 Tagen seinen Rundlauf machen wird, daß die feinen Stäubchen, welche die 400 kleinen Planeten vorstellen, in 1100 bis 2000 Tagen, je nach ihrer Entfernung, ihren Spaziergang machen, daß auch der Pfirsich in 12 Jahren, die Kirsche in 29, die kleine Haselnuß in 84, und die Quitte in 165 Jahren um die Kugel wandern werden, ganz so wie es Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun machen, so wird man gestehen, daß das Modell ganz gut stimmt.

XVIII. Was wir zuweilen am Himmel sehen können.

Nehmen wir nun an, daß wir unser kleines Sonnensystem wirklich in Bewegung gesetzt, und zwar daß wir zu gleicher

Zeit dem Senfkörnchen, den beiden Erbsen und den übrigen Kügelchen, Stäubchen u. s. w. den Stoß versetzt haben, der sie wandern läßt, so wird es sich bald zeigen, daß die Kügelchen, welche die Planeten vorstellen, nicht immer in einer Linie und auch nicht gemeinsam stets auf einer Seite der großen Kugel verharren.

Schon vierundzwanzig Tage nach dem Beginn der Bewegung steht Merkur jenseits der Sonne, denn er hat seinen halben Rundlauf gemacht; Venus ist auch schon ein tüchtiges Stück vorwärts gerückt; die Erde hat sich gleichfalls gehoben und um ein merkliches ihren Standpunkt verändert; auch bei den weiter stehenden Planeten war dies in den 44 Tagen der Fall, wenngleich ihre Orts-Veränderung unmerklicher wird, je weiter ab sie von der Sonne stehen. Denken wir uns nun, daß unser künstliches Sonnensystem auch nur ein paar Jahrhunderte Bestand hat, und während dieser Zeit alle Planeten unbekümmert um einander ihre Bahn in den vorgeschriebenen Zeiten wandern, so wird es natürlich kommen, daß, wenn wir zu irgend einer Zeit einmal nachsehen, wie es mit unserm Kunstwerk steht, wir finden werden, daß die Planeten sich auf allen Seiten in sehr verschiedenen Stellungen zur Sonne befinden, daß der eine rechts, der andere links, der eine seinen obersten, der andere seinen untersten Stand erreicht hat, und mit einem Worte, alle sich so gruppiert haben, wie es die bisher verlaufene Zeit ihrer Bewegung mit sich bringt, ohne Rücksicht darauf, ob sie ehedem alle in einer Linie und nach einer Seite hin gestanden haben.

Da man aber den Lauf der Planeten kennt und ihn im voraus berechnen kann, so kann man den Zeitpunkt sehr leicht angeben, wo drei oder auch vier beliebige Planeten einmal in einer geraden Linie stehen. Bei den Planeten, die der Sonne nahe sind, also einen schnelleren Umlauf um dieselbe haben, wird der Fall zwar öfter vorkommen, als bei den entfernten

Planeten, die sich nur äußerst langsam bewegen; gleichwohl gehört es schon zu den größten Seltenheiten, wenn einmal nur die vier nächsten Planeten solch' eine Stellung haben, daß, wenn man einen Strich von einem zum andern zieht, man eine gerade Linie hat.

Dieser seltene Fall hat sich am 7. und 8. Februar des Jahres 1855 ereignet, aber eine zweite Erscheinung dieser Art erleben wir alle samt und sonders nicht mehr.

Wir wollen kurz das darstellen, was Mittwoch, den 7. Februar und auch noch Donnerstag, am 8. Februar 1855 kurz nach Sonnenuntergang ungefähr nach 5 Uhr abends am Himmel zu sehen war. Wenn man an den genannten Tagen dem Sonnenuntergang das Gesicht zugewendet und in der Abendröte etwas links über den Punkt, wo die Sonne untergegangen ist, hinblickte, so sah man drei Sterne sehr dicht nebeneinander; zwei derselben waren schwächer zu sehen, und nur der dritte konnte selbst von schwachen Augen deutlich erblickt werden. Alle drei waren Planeten, die eigentlich um die Sonne laufen, und die in Wahrheit weit ab von einander standen; nur dadurch, daß die Erde, welche ja auch ein Planet ist, gerade in diesen Tagen bei ihrem Rundlauf um die Sonne so stand, daß alle vier Planeten in fast einer geraden Linie waren, nur dadurch erblickte man jene drei Sterne, die tief hinter einander stehen, neben einander. Der helle Stern war Venus, von den kleinern Sternen war der weiße der Planet Merkur, der rötliche der Planet Mars. In dieser Stellung, wie man sie in der bezeichneten Stunde sehen konnte, war Merkur uns am nächsten von allen; gleichwohl war er noch an 28 Millionen Meilen von uns entfernt.

Daß also diese drei Sterne dicht nebeneinander zu sehen waren, hatte nur seinen Grund in einem seltenen Zusammentreffen, daß vier Planeten in ihrem von einander unabhängigen Rundlauf einmal so standen, daß ein Strich von einem zum

andern gezogen, eine gerade Linie bildete, an deren einem Ende wir uns auf der Erde befanden.

Aber durch solche Betrachtungen ist unsre Reise gar zu lange aufgehalten worden; wir wollen uns daher nun beeilen, um weiter zu kommen.

XIX. Auf dem Mars.

Wir machen einen Ausflug nach dem Planeten Mars und müssen uns sputen, zur rechten Zeit da anzukommen, denn es wartet unser dort ein astronomisches Schauspiel, das wir zwar auf Erden genießen, wenn ein wolkenloser Himmel es zu sehen gestattet, das aber deshalb prachtvoller als das unsrige ist, weil die Erde zwar vom Mars so weit absteht, wie Mars von der Erde, aber dennoch einen schönern Anblick darbietet, indem die Erdkugel um eine ganze Portion größer und also auch besser zu sehen ist als die Marskugel von der Erde aus.

Da wir nun einmal auf dem Mars sind, wollen wir uns auch umsehen, ob wir etwas Neues auf ihm entdecken.

Vor allem können wir versichern, daß es sich auf Mars äußerst leicht lebt. Die Masse des Mars ist an achtmal geringer und die ganze Kugel hat einen nur etwa halb so großen Durchmesser als die Erde. Nun aber wissen wir schon, daß die Anziehungskraft der Planeten schwächer ist, wenn die Masse derselben geringer ist und somit ist auch die Anziehungskraft des Mars achtmal geringer als die der Erde; allein wir wissen zugleich, daß die Anziehungskraft an der Oberfläche eines Planeten viermal stärker ist, wenn diese Oberfläche nur halb so weit entfernt ist vom Mittelpunkt der Planetenkugel als die der Erde von ihrem Mittelpunkt. Demnach ist es ausgemacht, daß die Anziehungskraft des Mars auf seiner Oberfläche wegen

seiner geringen Masse achtmal schwächer ist als die der Erde, aber wegen der Kleinheit der Kugel viermal kräftiger wirkt; es läßt sich also leicht einsehen, daß alle Dinge auf der Oberfläche des Mars nur halb so ins Gewicht fallen wie auf dem Erdenrund.

Blicken wir vom Mars nach der Sonne, so finden wir, daß sie um ein volles Drittel kleiner im Durchmesser ist als auf Erden; ihr Licht und die von ihr ausgehende Wärme ist um die Hälfte geringer als auf Erden. Dabei fehlt es nicht an Wolken, an Regen und Schnee auf diesem Planeten, ja an der Winterseite des Mars — und er gleicht in dieser Beziehung so ziemlich der Erde, daß ebenfalls an einem Pole Winter, wenn am andern Sommer ist, — finden wir Eismassen angehäuft, die des kommenden Sommers harren müssen, um teilweise abzuschmelzen.

Der Tag auf Mars ist noch nicht eine halbe Stunde größer als auf Erden. Seine Umdrehungszeit beträgt 24 Stunden und 37 Minuten; aber sein Jahr, sein Umlauf um die Sonne, dauert fast noch einmal so lange, wie auf der Erde. Mars geht 687 Tage, um seine Bahn rings um die Sonne zu vollenden, und da diese Bahn stark von einem Kreise abweicht und nicht unbeträchtlich länglich ist, so kommt er bei seinem Umlauf der Sonne einmal bedeutend näher als an der anderen Seite.

Gar zu gern möchten wir unsern Reisebericht auch auf die Merkwürdigkeiten der Pflanzen- und Tierwelt oder gar des „Menschen"-Geschlechts auf Mars ausdehnen; allein, wenn wir wahr sein sollen, so müssen wir gestehen, daß wir hiervon nicht mehr wissen als die Naturforscher, die unsere Reise nicht mitgemacht haben. — Nur so viel dürfen wir sagen, daß, wenn irgend ein Planet mit Pflanzen, ähnlich den unseren, und mit Tieren und Menschen unserer Gattung belebt ist, dies beim Mars am ehesten der Fall sein kann.

Luft, Wolken, Regen, Schnee und Eis, die Mars in Wirklichkeit besitzt, deuten darauf hin, daß die Witterungs-Verhältnisse auf Mars von den unsern nicht allzu sehr abweichen. Zwar ist auf ihm die Erwärmung und Beleuchtung durch die Sonne nur halb so bedeutend wie auf Erden; allein wir haben auf Erden Gegenden genug, wo Sonnenwärme und Sonnenlicht in eben so geringem Grade herrschen, und finden diese doch von Pflanzen, Tieren und Menschen belebt. Die Tageslänge ist der unsern sehr gleich und Abwechslung von Tag und Nacht nur in unwesentlichem Grade von der irdischen verschieden. Nur die Schwere ist um die Hälfte geringer, und wenn wir hieraus den Schluß ziehen sollen, daß Pflanze, Tier und Mensch an Wachstum und Muskel-Stärke stets so eingerichtet sind, daß sie in einem gewissen Verhältnis zur Anziehungskraft ihres Planeten stehen, so haben wir nur das Recht, anzunehmen, daß die Geschöpfe auf Mars wohl nur halb so groß und halb so stark als unsere sein werden.

Das auffallendste auf dem Planeten Mars, wie er sich im Fernrohr darstellt, sind eine große Menge außerordentlich langer und breiter, schnurgerader Kanäle, die meist die Meere des Mars mit einander verbinden und die auf Fig. 11 deutlich zu sehen sind. Von Zeit zu Zeit zeigen diese Kanäle sich sogar doppelt, so daß man immer zwei genau parallel neben einander herlaufen sieht (Fig. 25). Was es mit diesen auffallend regelmäßigen Gebilden für eine Bewandnis hat, läßt sich nicht mit Sicherheit ersehen. Es ist aber leicht möglich, daß man es hier mit Kunstwerken denkender Wesen zu thun hat, wenngleich man aus der ungeheuren Größe der Kanäle auf eine Intelligenz und technische Geschicklichkeit der Marsbewohner schließen müßte, welche die unsere weit, weit überragt.

Aber dafür, daß wir vom Mars-Rund und was auf ihm lebt und atmet, nicht viel sagen können, wollen wir versichern, daß der Himmel des Mars in wesentlichen Beziehungen Inter-

essantes darbietet, und das besteht darin, daß man auf dem Mars längst alle kleinen Planeten entdeckt hat, die erst auf Erden in diesem Jahrhundert entdeckt wurden, und daß der

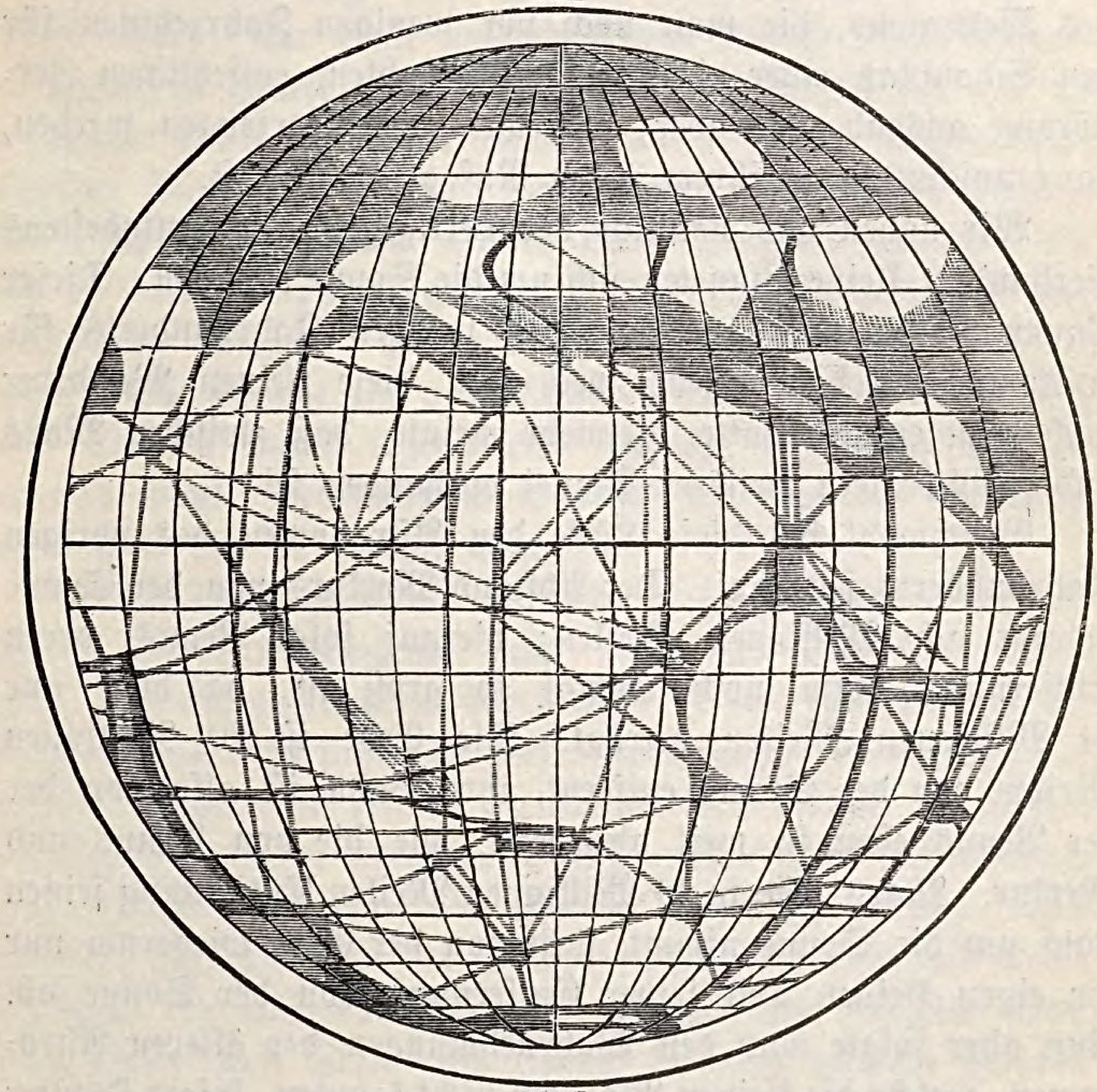


Fig. 25. Kanäle auf Mars, verdoppelt.

Jupiter, der schon bei uns so schön leuchtet, auf dem Mars eine wahre Zierde des Himmels und für Verliebte ganz so ein Gegenstand der Schwärmerei ist, wie wir für den schönen Abendstern schwärmen, der den Liebesnamen Venus führt.

XX. Die kleinen Planeten.

Vom Mars aus führt uns unser Weg nach einer Gegend des Weltraums, die man noch vor wenigen Jahrzehnten für den Schauplatz einer einstmals stattgehabten, entsetzlichen Zerstörung ausgab, die aber, wie wir uns überzeugen werden, ganz unschuldig zu ihrem üblen Ruf gekommen ist.

Wir nahen uns nämlich der Weltgegend, wo mindestens vierhundert kleine Planeten sich um die Sonne bewegen. Dieser Raum wurde noch zu Ende des vorigen Jahrhunderts für vollkommen leer gehalten, weil man diese kleinen Wanderer noch nicht entdeckt hatte, vielmehr meinte, daß zwischen Mars und Jupiter kein weiterer Planet vorhanden sei.

Gleichwohl fiel diese Lücke den Astronomen des vorigen Jahrhunderts sehr auf. Der Abstand Merkurs von der Sonne beträgt acht Millionen Meilen; hierauf folgt Venus, deren Entfernung kaum noch einmal so groß ist, da diese nur 14 Millionen Meilen beträgt. Die Erde ist 20 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, ihre Bahn ist also von der der Venus eben so weit abliegend, wie die von Venus und Merkur. Mars, der in 31 Millionen Meilen Entfernung seinen Lauf um die Sonne nimmt, steht von der Erde wiederum nur um einen kleinen Teil seiner Entfernung von der Sonne ab. Nun aber folgte nach den Wahrnehmungen der älteren Astronomen, welche die kleinen Planeten nicht kannten, sofort Jupiter als der Planet — hinter Mars. Jupiter aber ist 103 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, das heißt, seine Entfernung von der Sonne übertrifft die des Mars um mehr als dreimal. — Eine solche Raumverschwendung im Weltgebäude, wo zwar keine Raumersparnis existiert, erschien auch den Astronomen des vorigen Jahrhunderts zu auffallend, und es sprachen einige von ihnen die Vermutung aus, daß der große Raum

zwischen Mars und Jupiter wohl auch ursprünglich von einem Planeten bevölkert gewesen sein möge, der aber durch irgend einen Umstand zerstört worden sei.

So überaus kühn diese von dem Berliner Astronom Bode (1747—1826) sehr ernst ausgesprochene Ansicht auch erschien, so ungemein schnell neigte man sich dieser Ansicht zu, als am 1. Januar 1801 ein kleiner Planet entdeckt wurde, dessen Bahn zwischen Mars und Jupiter sich befindet, und als man einige Jahre darauf noch drei andere kleine Planeten entdeckte, die alle in jener längst aufgefallenen Lücke ihren Rundgang um die Sonne machen. Es galt nun für ausgemacht, daß an dieser Stelle einmal ein ordentlicher Planet existiert habe, daß aber derselbe durch irgend eine Ursache zersprengt und in einzelne Stücke zerbrochen worden sei, die nun als Trümmer einer Welt um die Sonne wandern.

Es ist kaum glaublich, wie sehr dieser Gedanke eines zerstörten Planeten Eingang fand unter den Astronomen und unter den Naturforschern überhaupt! Nicht nur wurden die Möglichkeiten aufgeführt, die dieses Zerspringen veranlaßt haben könnten, sondern die Frage, ob unserer Erde einmal ein solches Schicksal bevorstehe, fand ernste und andauernde Behandlung. Das mildeste, das man als Ursache dieser Zerstörung eines Planeten auffand, war der Zusammenstoß desselben mit einem Kometen, ein Zusammenstoß, der freilich nur möglich wäre, wenn Komet und Planet sich einmal in ganz genauer gerader Linie aufeinanderzu bewegen, und bei dem vorausgesetzt werden muß, daß der Komet eine feste, kompakte Masse ist, gewaltig genug, um solche Wirkung hervorzubringen. Allein beide Annahmen haben keinen innern Grund. Das Zusammenstoßen in ganz gerader Linie gehört fast zu den Unmöglichkeiten im Weltraum, wo sich alle Himmelskörper in krummen Linien bewegen und schon in weiter Ferne auf ihren Lauf einen Einfluß ausüben. Zudem ist es Thatsache, daß die Kometen nur

aus einer äußerst losen Masse bestehen, und als solche keinem Planeten einen derartigen Schaden zufügen können, wie es denn erwiesen ist, daß ein Komet im Jahre 1770 und bald darauf noch einmal im Jahre 1776 mitten zwischen Jupiter und seinen vier Monden hindurchging, ohne die allermindeste Zerstörung daselbst anzurichten oder auch nur auf den Lauf dieser Monde einen Einfluß ausgeübt zu haben.

Es blieb also nichts übrig als ein so gewaltiges Erdbeben oder richtiger Planet-Beben als den Grund der Zersprengung jener Planeten anzunehmen, dessen einzelne Stücke wir jetzt zu sehen bekämen.

Allein auch diese Ansicht ist abenteuerlich und sogar naturwissenschaftlich falsch; denn neuere Untersuchungen über die Wärme haben den Beweis geliefert, daß diese niemals eine solche und in keinem Fall eine größere Kraft ausüben kann, wie die, welche zur Erzeugung derselben notwendig gewesen ist. Rührt nun die innere Wärme der Planeten von der Zusammenziehung und Verdichtung derselben her, so ist es rein unmöglich, daß dieselbe Wärme wiederum den ganzen Planeten zersprengen könne.

XXI. Die Bahnen der kleinen Rundläufer.

Es ist nicht leicht, sich einen sichern Standort im Weltraum zur ungestörten Betrachtung der kleinen Planeten zu verschaffen; denn in Wahrheit kennt man den Lauf der meisten doch nur unvollkommen, und man ist außerdem nicht sicher, daß nicht noch sehr viel kleine, ungekannte Planeten in dieser Himmelsgegend existieren, und kann darum nicht dafür einstehen, daß man nicht von irgend einem, der bisher noch nicht entdeckt ist, in sehr unhöflicher Weise angerannt wird.

Gleichwohl hoffen wir, daß wir auf dem Punkt am sichersten sein werden, wo die kleinen Planeten in ihrem Rundlauf um die Sonne zugleich dem Planeten Jupiter, ihrem Nachbar, am nächsten kommen, denn wenn wir auch das Ungemach hätten, gerade in der ordentlichen Bahn eines solchen Wanderers Platz genommen zu haben, so würde er dennoch nicht auf uns zukommen, sondern durch die Anziehung Jupiters abgelenkt ein recht gründliches Stück uns vom Leibe bleiben.

Aber gerade dieser Umstand, daß nämlich diese kleinen Planeten, welche wahrscheinlich in sehr, sehr großer Zahl existieren, von denen wir nur die größten, 400 bisher, von der Erde aus zu sehen vermochten, — der Umstand, daß diese Dingerchen kranzartig um die Sonne wandern, daß aber jeder von ihnen, wenn er nach der Gegend kommt, wo Jupiter ihm am nächsten ist, von diesem angezogen und abgelenkt wird von seiner Bahn, — gerade dieser Umstand wird es begreiflich machen, daß der Lauf der kleinen Planeten in nicht geringe Verwirrung kommen und es nicht wenig Schwierigkeiten bieten muß, jedem von ihnen die Marschroute genau vorzuschreiben.

Die Bahnen der kleinen Planeten zeigen auch in Wahrheit Abweichungen von denen der andern Planeten, die nicht unbeträchtlich sind. Mehrere derselben haben statt eines runden einen sehr in die Länge gezogenen Rundlauf, einige gehen, statt immer in der Ebene der andern Planeten zu bleiben, beträchtlich nach beiden Seiten aus, so daß ihre Bahnen sich schon ganz bedeutend mit den Bahn-Ebenen der andern Planeten kreuzen; aber in diesem Lauf erleiden sie nicht nur von der Masse Jupiters allein, sondern auch durch die gegenseitige Einwirkung auf einander Störungen, die so wesentlich sind, daß sie selbst beim besten Willen von der Welt nicht in gar zu geordnetem Zustand bleiben könnten.

Und so wollen wir denn diese kleinen Rundläufer im Parademarsch an uns vorbeipassieren lassen, und nur gelegentlich einige Bemerkungen an dieselben knüpfen. Vor allem müssen wir sagen, daß diejenigen sich sehr irren, welche sich die Vorstellung machen, daß wir wirklich 400 Planetchen als eine gemeinschaftliche Reisegesellschaft wahrnehmen. Die Reise dieser Himmelskörper geht durchweg vereinzelt. Wenn der eine an uns vorüberzieht seines Weges, müssen wir bald längere, bald kürzere Zeit warten, um einen zweiten auf ähnlichem Marsch zu sehen. Da aber die der Sonne entfernteren langsamer im Rundlauf sind als die nahen, so kommt es freilich oft genug vor, daß man zwei kleine Planeten für eine kurze Zeit wie in gemeinschaftlicher Reise erblickt; allein wenn sie sich auch in solchen Fällen gegenseitig anziehen und ein wenig einander nähern, so hört doch dies bald auf, weil der der Sonne nähere Planet immer bei seinem schnellern Lauf verharrt, aus dem er sich nur sehr wenig von seinem Kollegen stören läßt, und demnach voreilt in der Bahn und dem entfernteren Mitläufer die Sorge überläßt, wie er mit seiner Bahn allein fertig wird.

Freilich giebt es einige Punkte im Weltraum, wo scheinbar einzelne Bahnen der kleinen Planeten sich näher aneinander befinden als sonst wo, und ein solcher Punkt ist ungefähr die Gegend am Himmel, wo wir im August die Sonne sehen, also eine Gegend etwa im Sternenbild der Jungfrau. Hier in dieser Himmelsgegend, die von den Astronomen eine Zeitlang fleißiger beobachtet wurde als eine andere, hat man auch einige Wanderer unserer Sorte ertappt; allein man darf sich nicht vorstellen, als ob dies der geeignete Ort ist, wo sich die kleinen Planeten wirklich ein Rendezvous geben, sondern darf in dieser Gegend nur die Stelle suchen, wo sich mehrere Bahnen der kleinen Planeten kreuzen und deshalb einem Auflauern der Astronomen einigen Erfolg versprechen.

Wie mag sich's wohl auf solch' kleinem Planeten leben?

Hierauf wissen wir freilich nur sehr wenig zu antworten, denn man kennt bisher noch sehr wenig die Masse eines kleinen Planeten, und selbst ihr Durchmesser ist noch sehr unbestimmbar. Aus der Helligkeit der kleinen Planeten hat Klein ihre Durchmesser berechnet, und für dieselben Werte gefunden, welche an Kleinheit alle Erwartungen übertreffen. Der größte hat hiernach einen Durchmesser von nur 46,2 Meilen, und der kleinste sogar nur 4,9 geographische Meilen im Durchmesser.

Nicht gar fern von diesen Rundläufern aber entdecken wir zwei neue Himmelskörper, die interessanter Natur sind, und diese müssen wir uns näher betrachten.

XXII. Zwei eigentümliche Kometen.

Die zwei eigentümlichen Himmelskörper, welche wir jetzt ins Auge fassen wollen, gehören nicht den Planeten an, sondern sind Gäste, die sich eigentlich ganz unberufen eingedrängt haben in die Bahnen der Planeten, und die, wie wir sehen werden, Ursache haben, sich zu hüten, daß sie nicht einem Planeten größerer Sorte einmal begegnen.

Um es mit einem Worte zu sagen, wir verstehen unter den zwei fremdartigen Gästen zwei kleine Kometen, welche ganz kuriose Umläufe um die Sonne machen, wie das den Kometen überhaupt eigen zu sein scheint. Der eine dieser Kometen, der unter dem Namen Encke'scher Komet bekannt ist, — weil sein Lauf von Encke (1791—1865), dem früheren Direktor der Berliner Sternwarte, berechnet worden — geht in einem so länglichen Kreis um die Sonne, daß er der Sonne bis auf 6 Millionen Meilen nahe kommt, ihr also näher steht

als der ihr nächste Planet Merkur; aber wenn dies geschehen ist, läuft der Komet in seiner Bahn wieder davon und entfernt sich von der Sonne, bis er seine größte Entfernung, 80 Millionen Meilen von derselben, erreicht hat. — Man sieht, daß der Rundlauf dieses Kometen so in die Länge gezogen ist, daß seine Bahn die Bahnen aller Planeten, die wir bisher betrachtet haben, durchkreuzt, und daß dieser Komet den Vorteil genießt, bald der Sonne näher zu sein als irgend ein Planet, und bald sich von ihr mehr zu entfernen als irgend einer der 400 kleinen Planeten.

Diesen Rundlauf macht er in drei Jahren und hundertfünfzehn Tagen, und zwar geht er in der Hälfte der Zeit die halbe Reise von seiner Sonnenferne bis zur Sonnennähe in immer zunehmender Geschwindigkeit; in der Sonnennähe hat er die größte Geschwindigkeit erreicht und macht nun, daß er davon kommt, und zwar mit abnehmender Geschwindigkeit, so daß er in der andern halben Umlaufszeit die andere Hälfte seiner Reise vollendet und in seiner Sonnenferne mit seiner kleinsten Geschwindigkeit ankommt, um sofort wieder seinen Rundlauf aufs Neue zu beginnen.

Der zweite Komet, der gleichfalls so kühn ist, seine Bahn unter die der Planeten zu verlegen, der aber inzwischen sich vollständig in seine Teile aufgelöst hat und jetzt nur noch einen Sternschnuppenschwarm darstellt, (s. Teil VII) ist unter dem Namen der Biela'sche bekannt, weil er von Biela, einem österreichischen Offizier, im Jahre 1826 entdeckt und auch berechnet worden ist. Er läuft in sechs Jahren und neun Monaten um die Sonne, und zwar ebenfalls nach Kometen-Art in einem sehr länglichen Rundlauf, wobei er einmal der Sonne auf 18 Millionen Meilen nahe kommt, und nach seinem halben Umlauf ihr wieder auf 120 Millionen Meilen entfernt ist. Dieser Komet, der in der mittleren Entfernung auch in der Gegend ist, wo die kleinen Planeten hausen, unterscheidet sich

von dem Encke'schen Kometen dadurch, daß er etwa nur bis über die Erd-Bahn streift, wenn er der Sonne sich nähert, während der Encke'sche sogar bis über Merkurs Bahn hin der Sonne nahe tritt.

Beide Kometen aber haben insofern Ähnlichkeit, daß sie erstens gar niemals aus dem Bereich der Planeten-Bahnen hinauskommen, daß sie ferner eine Umlaufszeit haben, die weit kleiner ist als die meisten der sonst bekannten Kometen; zudem wandern sie in gleicher Richtung mit den Planeten, das heißt, wie diese, stets von Westen nach Osten, und endlich gehen sie zwar ein wenig quer durch die Bahnen und weichen beide etwas im Lauf nach Norden und Süden aus; aber doch nicht so wie manche andere Kometen, die in allen möglichen Richtungen ihren Lauf um die Sonne nehmen.

Zwei Umstände aber sind es, die diese Himmelskörper ganz besonders vor allen bisher bekannten auszeichnen, denn sie bieten Erscheinungen dar, die ganz eigentümlich und einzig in ihrer Art sind.

Der Encke'sche Komet zeigt etwas, was sich bei keinem Himmelskörper sonst zeigt. Seine Umlaufszeit um die Sonne wird immer kürzer. Die Rechnung zeigt, daß dieser Komet in einer Art länglicher Spiral-Linie um die Sonne geht und dadurch der Sonne immer nach und nach näher kommt. Bei jedem Umlauf nimmt seine Sonnennähe zu, und es unterliegt keinem Zweifel, daß er einmal, wenngleich erst nach vielen Jahrtausenden in die Sonne hineinlaufen und dann sich nicht mehr von ihr wird losmachen können. Die einzige Erklärung dieses merkwürdigen Umstandes kann nur darin gefunden werden, daß man annimmt, es sei der Weltraum nicht völlig leer, sondern mit einem äußerst feinen, gasartigen Stoff erfüllt, den man Äther nennt. Obgleich man diesen Äther nirgend spürt oder sieht, so zweifelt man doch nicht mehr an seiner Existenz, seitdem es sich durch Rechnungen und Versuche er-

geben hat, daß das Licht der Sonne und der Gestirne überhaupt nur dadurch bis zu uns dringt, daß die leuchtenden Gestirne diesen Äther in Schwingungen versetzen und diese Schwingungen mit ungeheuerer Geschwindigkeit sich nach allen Richtungen hin verbreiten. Der Äther aber, so fein er ist, und so wenig Widerstand er dem Lauf der andern Himmelskörper bereitet, genügt doch, dem Fortschreiten des Encke'schen Kometen, der von äußerst loser Masse ist, hinderlich zu sein, und so überwiegt denn bei ihm die Anziehungskraft der Sonne derart, daß er nach und nach ihr unterliegen und in die Sonne hinein laufen muß.

XXIII. Ein wenig Kometen-Furcht.

Indem wir das Gebiet verlassen, wo die kleinen Planeten ihren Rundlauf machen, wollen wir noch einen Blick auf den Biela'schen Kometen werfen, der in ganz eigner Weise entzwei gegangen ist, und es nur sagen, daß es ihm schon recht geschehen, da er vor etwa siebzig Jahren so kühn war, der Menschheit einigen Schreck einzujagen.

Die Sache war nämlich folgende. Dieser Komet geht, wie bereits gesagt, in $6^3/_4$ Jahren um die Sonne und ist in seiner Sonnennähe nur noch 19 Millionen Meilen von derselben entfernt. Nun ist die Erde überhaupt nur 20 Millionen Meilen entfernt von der Sonne; wenn demnach dieser Komet auf der Reise zu seiner Sonnennähe so weit gekommen ist, daß er nur noch eine Million Meilen zu machen oder auf der Rückreise daselbst eine Million Meilen zurückgelegt hat, ist er eben so weit entfernt von der Sonne wie die Erde. Geschieht nun dies so, daß der Komet einmal auf der einen Seite der Sonne zwanzig Millionen Meilen weit von ihr entfernt ist, während

die Erde ebenso weit entfernt auf der andern Seite der Sonne ihren Spaziergang macht, so hat das begreiflicherweise nichts zu sagen, weil dann die beiden Himmelskörper volle 40 Millionen Meilen von einander getrennt sind. Allein im Lauf der Zeit kann sich's doch ereignen, daß der Komet gerade der Erde über den Weg läuft oder, was noch kurioser wäre, gegen die Erde anrennt, und das klingt denn doch etwas bedenklich.

Die Astronomen haben deshalb gleich nach der Entdeckung dieses Kometen den Punkt und die Zeit zu bestimmen gesucht, wo dergleichen geschehen kann, und bei dieser Gelegenheit ergab es sich durch die Rechnung, daß der Komet am 29. Oktober 1832 nur etwa 1500 Meilen von der Erdbahn entfernt sein wird. — Kaum wurde dies im Publikum bekannt, als sich auch bereits eine ungemeine Furcht vor einem nahen Weltuntergang der Gemüter bemächtigte.

Vergeblich machten die Naturforscher zur Entkräftung des Irrtums darauf aufmerksam, daß zwar der Komet nur 1500 Meilen von der Erdbahn entfernt sein wird, aber die Erdbahn ist ja nicht die Erde selber, die Erdbahn sei vielmehr an sich gar nichts; eben so wenig ein Ding, wie etwa der Weg, den ein geworfener Stein zurücklegt. Die Erde selber aber werde am 29. Oktober 1832 noch über 13 Millionen Meilen zu laufen haben, bevor sie an die Stelle komme, wo an diesem Tage der Komet stehen werde, und inzwischen sei der Komet wieder so zu sagen über alle Berge.

Es war vergeblich; die Furchtsamen ließen sich's nicht ausreden, bis die Zeit selbst sie von ihrer Furcht geheilt hat. Die Welt ging bekanntlich nicht unter, und die Menschen vergaßen ihre Thorheit, um sich gelegentlich andere Thorheiten in den Kopf setzen zu können.

Wie aber steht's denn wirklich mit diesem Kometen? Kann er nicht einmal in der That an einem und demselben

Punkt mit der Erde zugleich eintreffen? Wie wird es dann ihm und der Erde ergehen?

Nun: Am 27. November 1872 ist, wie wir schon hörten (s. Teil VII) nach der Annahme mehrerer Astronomen der Biela'sche Komet wirklich mit der Erde zusammengestoßen, ohne ihr, wie wir nun wissen, irgend welchen Schaden zugefügt zu haben. Also ist es absolut thöricht, vor den Kometen solche Furcht zu haben, wie sie noch heute bei zahlreichen Menschen zu finden ist.

XXIV. Jupiter, der gewichtigste der Planeten.

Nunmehr müssen wir unsere Reise weiter ausdehnen, um zu Jupiter zu gelangen, der so eigentlich den ersten Rang unter den Planeten einnimmt.

Um eine Kugel wie die des Jupiters herzustellen, müßte man 1289 Kugeln so groß wie die Erde zu einer einzigen Kugel zusammenballen, und das ist keine Kleinigkeit. Da aber Jupiter nicht kompakt wie die Erde, sondern aus einem Stoff zusammengesetzt ist, der etwa viermal loser ist als der Stoff unserer Erde, so wird es nur 309 Erdkugeln bedürfen, um die Kugel Jupiters aufzuwiegen; das heißt: wenn Jupiter in einer Schale einer Wage läge, so würden 309 Erdkugeln in die andere Schale gelegt ausreichen, um ihm das Gleichgewicht zu halten.

Obgleich Jupiter an 103 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist und die Erde ihm deshalb selbst im günstigsten Falle nur bis auf 80 Millionen Meilen nahe kommen kann, ist doch der Jupiter ein Planet, der von der Erde aus mit gutem Erfolg erforscht worden ist. Man kennt ihn in

allen Beziehungen weit genauer als Venus, die doch zuweilen nur fünf Millionen Meilen von der Erde absteht.

Der Grund hiervon läßt sich auch leicht einsehen. Wenn Venus uns am nächsten ist, steht sie zwischen Sonne und Erde; in dieser Stellung ist sie von der Erde aus wegen zwei Ursachen unsichtbar. Erstens verhindern die Sonnenstrahlen überhaupt das Sehen der Venus, und zweitens wendet sie uns in dieser Stellung ihre dunkele, von der Sonne nicht beleuchtete Seite zu, so daß wir sie höchstens als schwarzen Fleck sehen könnten. Ist aber auch Venus einmal in der günstigsten Stellung und in ihrer größten Lichtstärke, so ist ihr Licht so blendend bei starker Vergrößerung, daß man so gut wie nichts auf ihr sehen kann.

Bei Jupiter ist es anders. Wenn die Erde ihm am nächsten ist, dann steht sie, die Erde, zwischen Jupiter und Sonne. Jupiter geht dann im Osten auf, wenn die Sonne untergeht, er wendet uns seine ganze, mild beleuchtete Hälfte zu und bildet dann durch die ganze Nacht den hellsten und größten Stern am Himmel.

Interessant ist es nun, daß man den Jupiter schon in einer einzigen solchen Nacht von allen Seiten kennen lernen kann. Die Jupiterskugel dreht sich nämlich schon in 9 Stunden und 55 Minuten um ihre Axe und zeigt uns so beide Hälften in einer Zeit, wo man auf Jupiter nicht viel mehr als ein Drittel der Erd-Umdrehung beobachten könnte. Wenn sich eine so gewaltige Kugel so schnell um die Axe dreht, so darf es nicht Wunder nehmen, daß sie an den Polen sehr abgeplattet ist, und in der That kann man dies schon durch ein ganz mäßiges Fernrohr bemerken, wie denn die Messung ergiebt, daß der Durchmesser des Äquators an 20 000 Meilen beträgt, während der Durchmesser von Pol zu Pol nur 18 500 Meilen lang ist.

Zugleich aber zeigt bereits der erste Blick auf Jupiter,

daß er von einer starken Lufthülle umgeben ist, und daß in dieser dicke Wolken schweben, die mit dem Planeten sich um ihre Axe drehen. — Aber interessanter als all' dies ist es, daß man schon mit einem guten Taschen-Fernrohr sehen kann, daß Jupiter fünf Monde hat, die einen Rundlauf um denselben machen, fünf Monde, die in verschiedenen Entfernungen von ihm stehen, und von denen der dritte der größte ist und am leichtesten gesehen wird.

Die nähere Beobachtung zeigt nun, daß er von seinen Monden besser bedient ist als die Erde. Der nächste seiner Monde läuft schon in nicht ganz 12 Stunden rings um Jupiter herum; der zweite, entferntere, braucht einen Tag 18 Stunden zum vollen Rundlauf; der dritte noch entferntere macht dies Kunststück in drei Tagen dreizehn Stunden, der vierte braucht 7 Tage und 3 Stunden, der fünfte 16 Tage und 18 Stunden dazu.

Da Jupiter an sich ein finsterer Körper ist, und nur wie alle Planeten von der Sonne beleuchtet wird, so tritt der Fall sehr oft ein, daß einer seiner Monde derart vor Jupiter steht, daß er einen Schatten auf denselben wirft, und somit auf Jupiter eine Sonnenfinsternis hervorruft.

In solchem Falle, der äußerst genau beobachtet wird, sieht man einen schwarzen Flecken auf der hellen Jupiterskugel langsam vorüber ziehen. Der Schatten des zweiten Mondes geht an $2^1/_2$ Stunden, um über die Jupiterskugel zu kommen, der Schatten des dritten braucht 3 Stunden, der des vierten $3^1/_2$ Stunden, der des fünften $4^3/_4$ Stunden hierzu. Da aber auch die Monde dunkel sind und nur von der Sonne ihr Licht erhalten, so sieht man auch diese oft verfinstert, wenn sie hinter Jupiter oder in dessen Schatten kommen. Sie verschwinden dann plötzlich dem Auge und werden erst sichtbar, sobald sie aus dem Schatten Jupiters heraustreten.

Man sieht, es fehlt nicht an Abwechselung auf Jupiter, und es muß dort, besonders für Verliebte, die im Mondschein

schwärmen wollen, ein Leben wie im Himmel sein. Zuweilen stehen alle vier Monde gleichzeitig am dortigen Himmel, von denen der eine oder der andere sich verfinstert, zuweilen, aber freilich selten, stehen zwei Monde dicht hinter einander, daß sie sich gegenseitig verfinstern, und einen Anblick gewähren, der uns ganz fremdartig vorkommen würde.

Wie aber würde uns das Leben auf Jupiter schmecken? Nun das wollen wir sogleich sehen!

XXV. Wie sich's auf Jupiter lebt.

Ob uns trotz der schönsten Mondschein-Scenen das Leben auf dem Planeten Jupiter munden würde, möchten wir sehr bezweifeln.

Jupiter braucht, in Erdzeiten gemessen, eine Zeit von elf Jahren 314 Tagen, um einmal seinen Lauf um die Sonne zu vollenden: ein Jupitersjahr ist also fast an Dauer gleich zwölf Erdjahren.

Da ferner Jupiter sich schon in 9 Stunden 55 Minuten um seine Axe dreht, so ist sein Tag nicht halb so groß als der unsere. Also hat das Jahr auf Jupiter an 10 000 Tage.

Vielleicht aber sitzt jetzt gerade in diesem Augenblick, wo wir an die langen Jahre und die kurzen Tage Jupiters denken, dort auf dem Jupiter ein vernunftbegabtes Wesen, das sich zersinnt, wie wir es hier wohl machen mit unsern zwölfmal kürzeren Jahren und fast drittehalb mal längern Tagen, und begreift es nicht, wie wir mit einem so kurzen Jahr auskommen und einen so langen Tag hinbringen können!

Wahrscheinlicher jedoch ist es, daß man auf Jupiter gar nicht nach Jahren rechnet, selbst nicht nach Jupitersjahren.

Jupiter nämlich dreht sich derart um seine Axe, daß Tag und Nacht fast auf jedem Punkte der Jupiterskugel stets gleiche Längen sind. Man kennt also auf Jupiter gar nicht den Wechsel der Jahreszeiten, hat also wenig Veranlassung, nach dem Lauf um die Sonne zu fragen, und wird die Zeit deshalb weit bequemer nach den Umläufen der Monde einteilen, die merkwürdig genug, sich vortrefflich dazu eignen, sowohl kleinere wie mittlere und größere Zeitabschnitte nach ihnen abzugrenzen.

Auf einem Planeten, wo, wie auf Jupiter, nicht Sommer und Winter, Frühling und Herbst mit einander abwechseln, da bedient man sich schwerlich eines Kalenders fürs Sonnenjahr, sondern teilt die Lebenszeit nach andern, näher sichtbaren und übersehbaren Naturerscheinungen ein, und hierzu sind die vier Monde und deren Verfinsterungen merkwürdig gut geeignet.

Auf Jupiter also giebt es keinen Wechsel der Jahreszeiten. Auf dem Äquator herrscht ewiger, ununterbrochener Sommer, nach den Polen hin wird es regelmäßig kälter. Der Tag ist fast gleichmäßig durch das ganze Jahr 4 Stunden 57 Minuten lang, eben so lang ist die Nacht zu allen Zeiten. Die dichte Luftschicht, die Jupiter umgiebt, verlängert jedoch die Morgen- und Abend-Dämmerung namentlich in den Polgegenden, und es ist auf denselben eigentlich gar kein nächtliches Dunkel.

Rechnen wir hierzu, daß die Bewohner der Äquator-Gegend fast ununterbrochenen Mondschein haben, so dürfen wir nicht erwarten, daß die Jupiters-Menschen gute Astronomen sein werden, denn Mondschein und Dämmerlicht lassen eine genaue Betrachtung des Himmels und der Gestirne nicht zu.

Auf Jupiter erscheint die Sonne über fünfmal kleiner als bei uns; das Licht der Sonne wirkt daselbst an 27 mal schwächer, und auch die Wärme der Sonnenstrahlen muß in demselben Maße abnehmen. Die Jupiters-Wesen würden daher wahrscheinlich Katzen-Augen haben, wenn sie im schwachen Sonnenlicht so gut sehen sollen, wie wir im bedeutend hellern; dazu

haben sie aber noch sicherlich gesunde, kräftige Muskeln, denn die Anziehung Jupiters auf seiner Oberfläche ist derart, daß ein Pfund auf Jupiter gebracht, dort fast $2^1/_2$ Pfund schwer wird. Würden wir uns auf Jupiter niederlassen, so würde unser Leib so gedrückt werden, als ob $1^1/_2$ Zentner auf uns lasteten, und wir müßten in der ersten Viertel-Stunde so matt und müde werden, daß wir uns flach auf den Boden hinstrecken und alle Lust zum Aufstehen verlieren würden.

XXVI. Die Jupiters-Monde.

Vielleicht möchte mancher dem Jupiter seine Monde deshalb gönnen, weil er ein gar mächtiger Planet ist und an Masse die Erde über dreihundertmal übertrifft. Es möchte manchem gerecht erscheinen, daß jedem Planeten je nach seiner Größe auch Trabanten beigegeben werden mögen, und demnach die fünf Monde als Trabanten des Jupiter das mindeste wären, das ihm zu gönnen sei. Allein dieser Grund reicht nicht aus.

Jupiter ist zwar der Hauptplanet im Sonnensystem, und es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, daß, wenn die Sonne plötzlich ihr Regiment einstellte oder ihre Anziehungskraft verlöre, dann Jupiter derjenige Himmelskörper sein würde, um welchen sich sämtliche Planeten bewegen müßten. So unfehlbar wie jetzt die Erde alljährlich um die Sonne wandert, würde sie in ihrem mittleren Abstand in 380 Jahren in einem Kreise um Jupiter gehen. Allein auch diese Wichtigkeit Jupiters kann ihm nicht die Auszeichnung, fünf Monde zu besitzen, verschafft haben, denn wir werden recht bald sehen, daß der Planet Saturn, der an Masse geringer ist als Jupiter, gar acht Monde besitzt, und außerdem noch etwas, das

ohne Gleichen am Himmel ist, nämlich einen Ring, oder richtiger ein ganzes System von ineinanderliegenden Ringen, das, wenn man es in Stücke zerbräche, eine ungeheure Anzahl von Monden bilden würde, die alle um den Saturn laufen müßten.

Wie aber mag es sich auf einem der Jupitermonde leben?

Wir wissen hierüber nur wenig zu sagen, aber das Wenige genügt, um uns jeden Besuch eines Jupitermondes gründlich zu verleiden.

Die Monde des Jupiters sind eben so wenig von Luft umgeben, wie der Mond der Erde.. Sie gleichen ferner auch darin unserm Monde, daß sie stets eine und dieselbe Seite ihrem Hauptplaneten zuwenden. Der Punkt des Jupitermondes, der dem Jupiter am nächsten ist, wird von ihm derart angezogen, daß der Mond sich nicht um die Axe drehen kann. Nur in so fern sie um Jupiter herumlaufen, wenden sie während des Umlaufs alle ihre Seiten der Sonne zu, um sie erleuchten zu lassen. Ein Tag auf einem Jupitersmond ist also so groß, wie die Umlaufszeit desselben um Jupiter. Dafür aber genießen sie das Glück, daß ihre Nächte vom Jupiter erleuchtet werden, und zwar in einer Weise erleuchtet werden, wovon wir uns schwerlich einen richtigen Begriff machen können.

Die etwaigen Bewohner des ersten Jupitermondes sehen in ihrer „Nacht" den Jupiter erleuchtet und leuchtend an ihrem Himmel, und zwar in einer Größe, die alles übertrifft, was wir am Himmel sehen. Die Jupiterskugel erscheint ihnen dreiundneunzigmal größer im Durchmesser als uns die Sonne, das heißt, es nimmt für sie die Jupiterskugel den achten Teil des ganzen sichtbaren Himmelsgewölbes ein! Selbst vom äußersten Monde aus sieht sich die Jupiterskugel 64mal größer an als uns die Sonne erscheint, und da die Sonne dort an dreißigmal kleiner aussieht als bei uns, so ist es höchst wahrschein-

lich, daß die Bewohner eines Jupitermondes den mächtigen Jupiter als Hauptkörper des ganzen Weltsystems betrachten und der Sonne nur die bescheidene Rolle eines Lichtes zuweisen, das den Weg beleuchten muß, den sie dahin wandeln. Die „Nacht" auf den Jupitermonden wird daher viel, viel heller sein als der „Tag", da ja die Sonne viel schwächer leuchtet wie das ungeheuer große und starke Sonnen-Reflexlicht vom Jupiter.

XXVII. Saturn und sein Ring.

Der sonderbarste aller Himmelskörper ist ganz ohne Zweifel Saturn, denn seinesgleichen findet man im Weltall nicht wieder.

Saturn ist ein Planet, der aus einer Kugel besteht; aber diese Kugel schwebt frei mitten in einem weiten Ring; oder richtiger, die Kugel ist von einem weit abstehenden, sehr großen Ring umgeben, der sich um die Kugel dreht (Fig. 26—28).

Der Ring umzieht die Saturnkugel ganz so wie ein Reifen, in dessen Mitte ein Apfel schwebt. Der Ring und die Kugel sind durchaus nicht durch irgend eine Brücke verbunden; die innere Kante des Ringes steht vielmehr an 4400 Meilen von der Oberfläche der Saturnkugel ab, und wenn die Menschen auf der Saturnkugel nicht Phantasie-Reisen machen können, oder Mittel besitzen, die wir noch nicht entdeckt haben, so sind sie nicht imstande, auf diesen ihren Planeten umgebenden Ring zu gelangen, ebenso wenig wie wir auf unsern Mond zu kommen vermögen.

Dieser Ring ist nicht etwa von einer Luftmasse gebildet, sondern es ist ein ganz kompakter Ring, der, wenn die Sonne ihn bescheint, seinen Schatten auf die Saturnkugel wirft,

und ein ganz beträchtliches Stück dieser Kugel gründlich verfinstert (Fig. 27 u. 28).

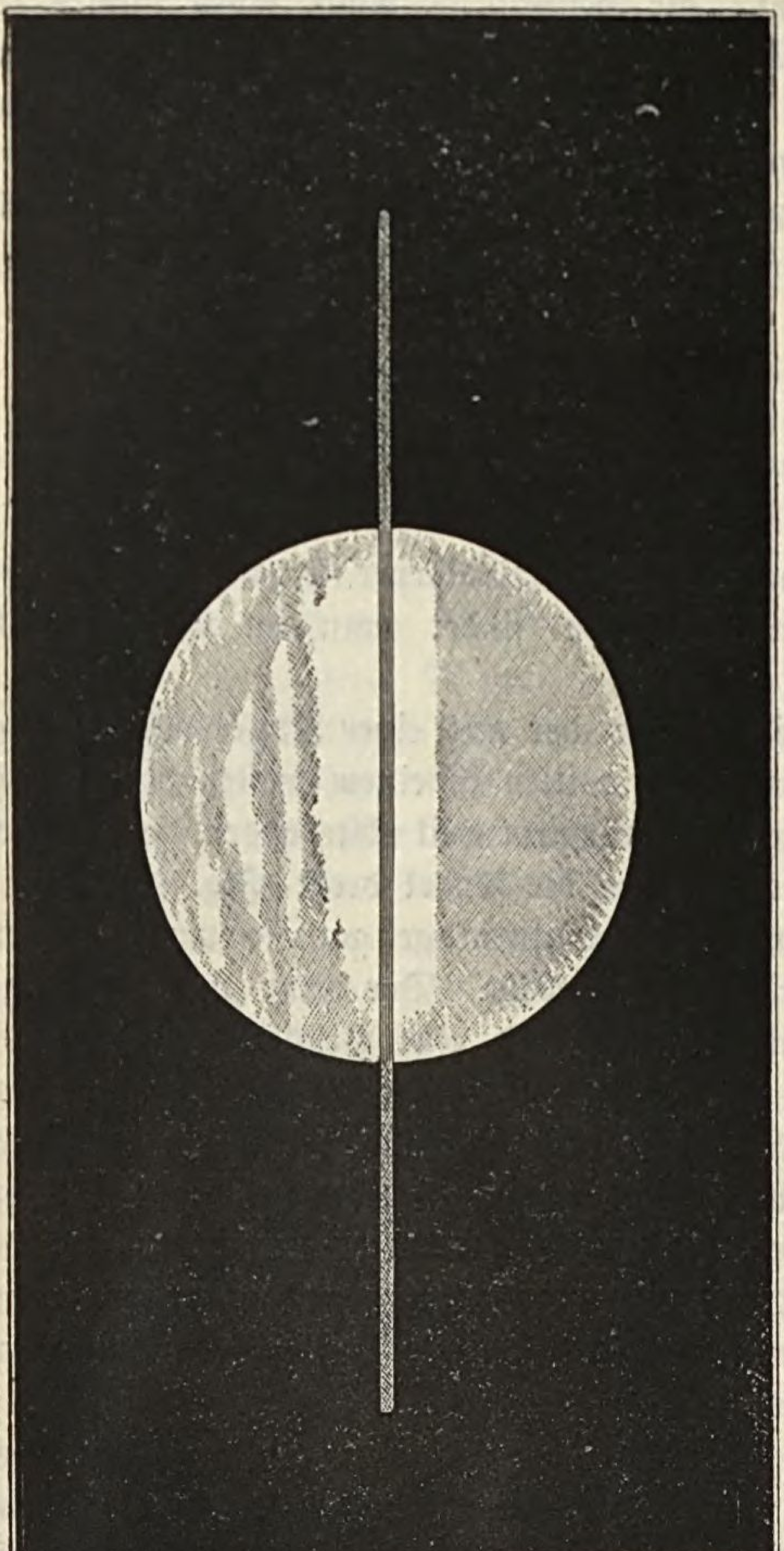


Fig. 26.

Der Ring ist auch nicht etwa gar so dünn und schmal, seine Kante ist vielmehr an 30 Meilen dick, und er besitzt eine Breite von mehr als 6000 Meilen.

Von der Erde aus kann man den Ring des Saturn schon durch ein mäßig großes Fernrohr sehen, aber nur dann, wenn der Ring so steht, daß er uns nicht bloß die schmale Kante zuwendet (Fig. 26); denn der Saturn ist von uns so entfernt, daß dieser Streif von 30 Meilen Dicke fast ganz unsichtbar werden kann, und man selbst durch die schärfsten und

größten Fernröhre ihn nur als einen äußerst feinen, lichten Strich erblickt. Am besten ist der Ring sichtbar, wenn er die schrägste Lage für unser Auge einnimmt (Fig. 27 u. 28). Man sieht dann die 6000 Meilen breite Fläche derselben, wie sie bogenartig die Kugel des Saturn von allen Seiten umgiebt, und erkennt ihn sofort als einen für unser Auge schräg liegenden Ring, in dessen Mitte die Kugel des Planeten schwebt.

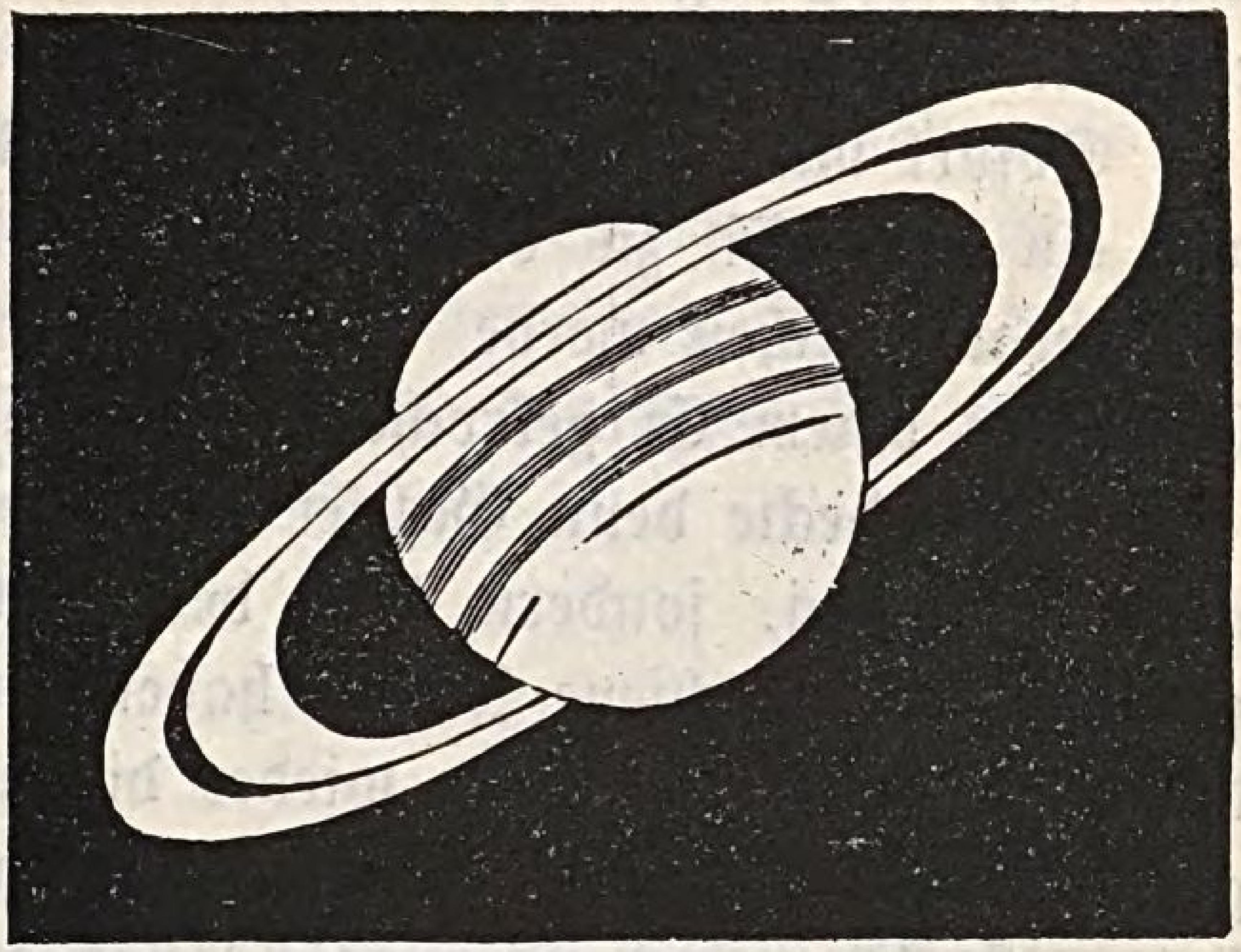


Fig. 27.

Die Entdeckung dieses Ringes gehört zu den lustigsten Geschichten der wissenschaftlichen Entdeckungen und ist auch lehrreich für Viele, die allzu hastig mit der Verkündigung dessen sind, was sie in der Natur zu sehen glauben.

Vor Erfindung der Fernröhre hatte man keine Ahnung davon, daß ein Planet noch einen weit abstehenden Ring um den Leib haben könne. Die ersten Fernröhre waren noch viel zu unvollkommen, um sofort den Ring des Saturn als

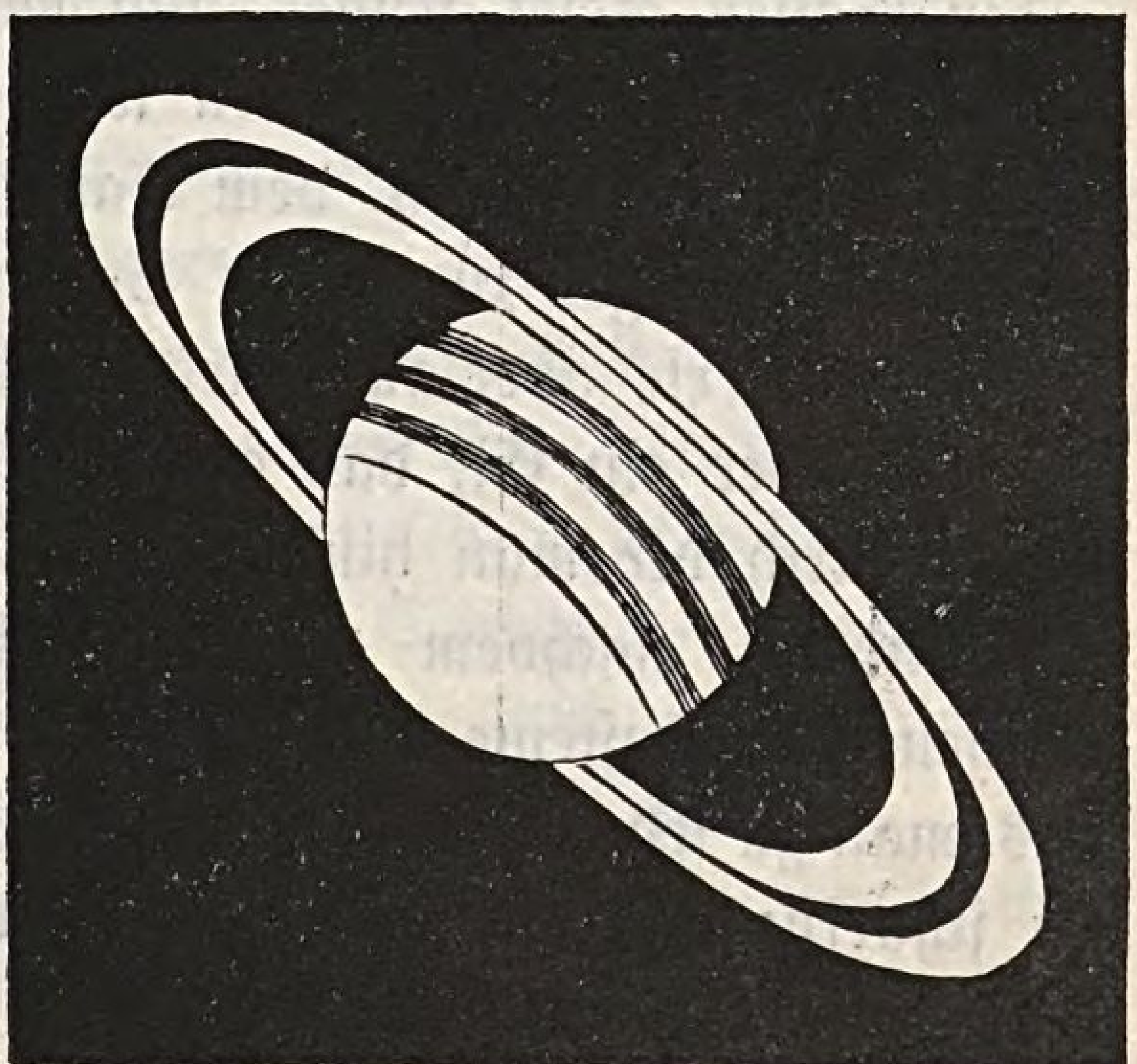


Fig. 28.

solchen sehen zu lassen, gleichwohl zeigten diese schon, daß es etwas besonderes mit dieser Kugel auf sich haben müsse, und man sah, daß eigentlich Saturn keine runde Kugel, sondern eine Art Ei sein müsse.

Sofort machten sich spekulierende Köpfe daran, dieses Ei als ein Welt-Ei zu verkünden, aus dem ein neuer Planet erst herauskriechen werde, und zogen den Schluß, daß auch die Erde aus einem Ei gekrochen sein müsse.

Da entdeckte denn Galilei selber, daß es mit dem Ei auch nicht richtig sei, sondern daß der Saturn zu beiden Seiten zwei fest angewachsene Monde haben müsse. Kaum aber hatten die angewachsenen Monde wieder die spekulierenden Köpfe angefeuert, ein passendes System der Philosophie hierzu zu erfinden, so hörte mit einemmale Alles auf, denn Saturn nahm eine Lage an, in welcher vom Ring nur die schmale Kante zu sehen ist, und da man diese durch die damaligen Fernröhre nicht sehen konnte, erschien der Planet als einfache, runde Kugel, die aller gelehrten Theorien spottete. Aber auch dies konnte nicht lange anhalten; denn bald sah man wiederum etwas zu beiden Seiten dieser Kugel, und wenn das auch nicht als angewachsene Monde genommen werden konnte, so mußte man sich doch dazu verstehen, dem Saturn zwei Henkel zuzuschreiben, die aus der Kugel zu beiden Seiten hervorragen.

Es dauerte aber auch dies nicht lange, und man sah wieder das Ei; aber ein Ei, das an beiden Enden zwei Löcher haben müsse, durch die man hindurchsehen könne.

Endlich, nachdem vierzig Jahre vergangen waren, in welchen man Systeme und Theorien eifrig zuschnitt, um sich das, was man zu sehen glaubte, philosophisch zurecht zu legen, zeigte der scharfsinnige Naturforscher Huyghens (1629—1695), der auch bessere Fernröhre fabrizierte, daß all' das, was man Sonderbares gesehen, nichts sei als ein Ring, den Saturn um sich habe, daß der Ring unsichtbar werde, wenn er die schmale

Kante uns zuwendet und deshalb den Saturn als runde Kugel erscheinen läßt; daß wenn die Lage des Ringes schräg für unser Auge wird, bald eine Eigestalt, bald eine Verwachsung mit zwei Monden, bald eine Henkelform am Saturn zu sehen sei, sobald man nicht scharfe Fernröhre habe, die in allen Lagen den Ring als solchen genauer erkennen lassen.

So hat denn seitdem Saturn seinen Ring unbestritten und steht als eigentümliches Naturwunder sondergleichen da, das wir uns jetzt näher ansehen müssen.

XXVIII. Wie Saturn zu seinem Ring gekommen.

Wie mag wohl Saturn zu seinem sonderbaren Ring gekommen sein?

Diese Frage ist wissenschaftlich nicht so leicht zu beantworten; doch hat eine genauere Beobachtung dieses Ringes auf Vermutungen geführt, die einiges Licht über die Bildung von Planeten verbreitet.

Wir wissen von der Geschichte unserer Erde, daß sie dereinst vor vielen, vielen Millionen von Jahren in einem geschmolzenen, feurigen Zustand gewesen sein muß. Vielleicht ist sogar noch gegenwärtig das Innere der Erde feurigflüssig.

Die harte Schale, auf der wir jetzt leben, ist also erst nach und nach durch Abkühlung der obern Schicht der Kugel entstanden, und zwar muß diese Abkühlung und dies Erhärten der Oberfläche sehr langsam vor sich gegangen sein.

Eine Folge dieser langsam vor sich gegangenen Abkühlung ist die Abplattung der Erde an ihren beiden Polen. Man kann sich nämlich die Abplattung nur dadurch erklären, daß man annimmt, es habe sich die Erde, als sie noch im flüssig

geschmolzenen Zustand war, bereits um ihre Axe gedreht; bei einer solchen Umdrehung aber erhebt sich immer die Mittellinie einer flüssigen Kugel; sie dreht sich im Äquator aus und plattet sich an den Polen ab (Fig. 29). Erkaltet eine solche Kugel in diesem Zustand langsam, so daß die Oberfläche starr und fest wird, so bleibt sie für immer in dieser Gestalt, und das ist auch mit der Erde der Fall, die gegenwärtig noch in ihrer Abplattung an den Polen Zeugnis giebt von ihrem ehemaligen Ur-Zustand vor langen, unberechenbaren Zeiten.

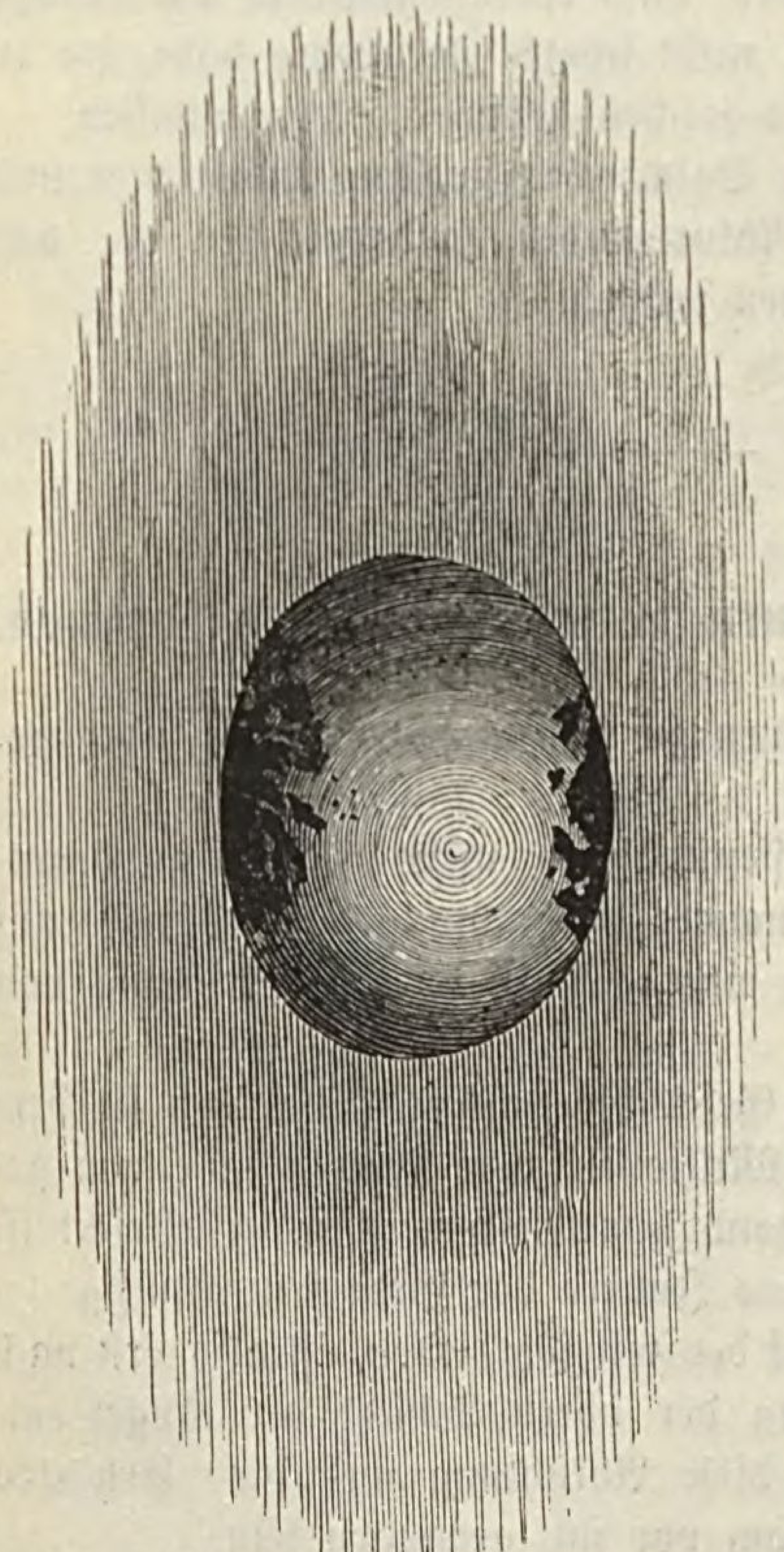


Fig. 29. Abplattung einer rotierenden Kugel.

Je größer die Geschwindigkeit der Umdrehung ist, desto größer ist stets die Abplattung, ja man kann die Umdrehung einer Kugel so schnell bewerkstelligen, daß alle losen Teile von ihr davonfliegen, und das wird am ehesten dort geschehen, wo der Umschwung am stärksten ist, also am Äquator der Kugel.

Bei fast allen durch unsere Fernröhre meßbaren Planeten

hat man solche Abplattung der Pole bemerkt; der einzige Himmelskörper, der trotz seiner Umdrehung keine solche Abplattung zeigt, ist die Sonne, von der wir freilich nur die Lichthülle, nicht aber die wirkliche Sonnenmasse selber sehen können.

Nicht minder aber ist es eine ausgemachte Sache, daß alle Massen sich in der Hitze ausdehnen und in der Kälte sich zusammenziehen und kleiner werden.

Will man nun dies auf die Entstehungs-Geschichte des Planeten Saturn anwenden, so hat man sich Folgendes vorzustellen.

Die Kugel des Saturn ist ursprünglich ebenfalls im vollständig geschmolzenen Zustand und also flüssig gewesen. Zugleich hat sie sich mit großer Geschwindigkeit um ihre Axe gedreht, und hierbei war sie in Folge der Hitze und der Drehung an ihrem Äquator so groß, wie jetzt ihr Ring ist. Nunmehr fing sie an, langsam zu erkalten; da aber ausgedehnte Massen sich leichter abkühlen als dicht aneinander gelagerte, so mußte der Äquator des Saturn zuerst starr werden, während die übrigen Teile noch flüssig geblieben sind. — Als sich nun bei der weiteren Abkühlung die Masse zusammenzog, war der Äquator bereits so fest und starr, daß er der Kugel in ihrer Zusammenziehung nicht folgte; es blieb also der Äquator Saturns als ein starrer Ring schweben, während die Kugel selbst sich nach und nach verkleinerte und zusammenzog, und endlich als Planet ausbildete, von dem sich der ehemalige Äquator losgetrennt hat. Während nun aber derartige Abtrennungen des Äquators von einem Planeten nicht selten vorgekommen sind, so liegen doch beim Saturn die Dinge besonders eigentümlich. Der gewöhnliche Gang ist der, daß der abgetrennte Ring an irgend einer Stelle sich verdichtet und schließlich zu einer Kugel aufwickelt, die fortan den Planeten als Trabant umkreist: es ist ein Mond entstanden. Fig. 30 zeigt uns das

Entstehen eines Trabanten (*d*) aus einem Ringe. Beim Saturn muß nun aber der Ring erstarrt sein, bevor er Zeit hatte entzweizureißen, und somit hat sich denn hier kein Mond gebildet, sondern es ist die Entwickelung auf einem früheren Stadium stehen geblieben, indem eben jener Ring, der uns so seltsam erscheint, als Trabant den Saturn umkreist.

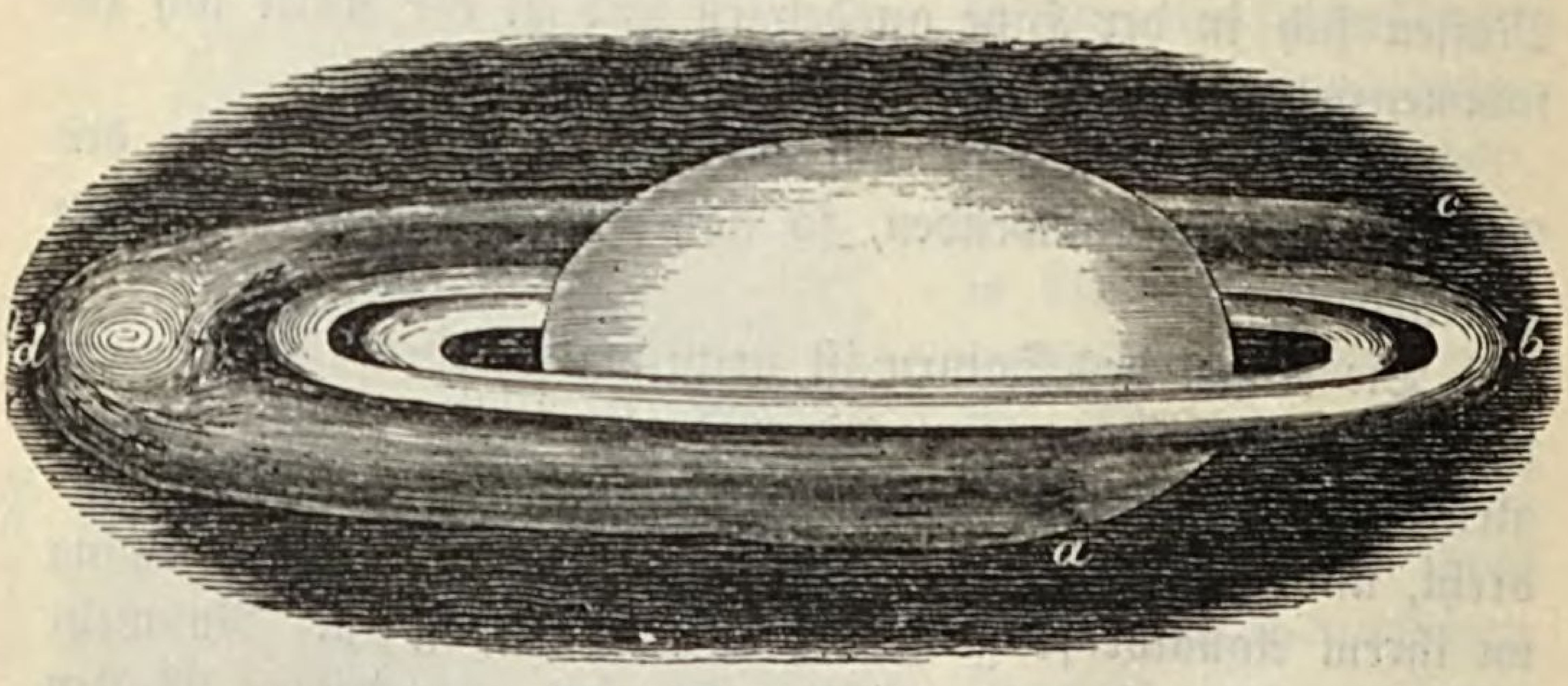


Fig. 30.
Ring- und Mondbildung eines Planeten.

Diese Erklärung wird zum Teil dadurch bestärkt, daß man nach genaueren Beobachtungen entdeckt hat, daß der Ring eigentlich aus einer Anzahl einzelner, in einander liegender Ringe besteht, die alle in ähnlicher Weise wie der größte Ring nach einander den Äquator des Planeten gebildet haben, und immer nach ihrer Erstarrung und dem weiteren Zusammenziehen und Erkaltung der Planeten-Masse als immer kleinere Ringe von der noch stets kleiner werdenden Kugel zurückblieben.

Genug, der Ring ist da, und zwar ein gar nicht kleiner Ring, denn sein Durchmesser beträgt 37 000 Meilen. Er ist zwar sehr dünn, denn seine Kante ist nur etwa dreißig Meilen stark; aber dafür ist er breit, denn er beträgt samt all' den inneren Ringen so ziemlich 6000 Meilen Breite, und da sein

Umfang an 120 000 Meilen beträgt, so folgt, daß man aus dem Ring allein circa fünf Kugeln machen könnte, so groß wie die Erde ist.

Wie mag sich's aber auf solchem Planeten, oder gar auf dem Ring selber leben? — Nun, das wollen wir sogleich betrachten, so weit man's eben anzugeben weiß.

XXIX. Das Wohnen auf dem Saturn.

Wie es sich auf einem Planeten leben mag, wo Sonnen-Licht und Wärme an 100mal schwächer sind als bei uns und der hellste Mittag unserem Dämmerlicht gleicht, wie es sich auf Saturn leben mag, der eine solche Stellung seiner Axe zu seinem Umlauf um die Sonne hat, daß bei ihm ähnlich wie bei uns die Jahreszeiten sehr verschieden sind, daß Sommer und Winter abwechselnd bald auf der einen, bald auf der anderen Hälfte der Kugel herrschen, auf welchen aber jede dieser Jahreszeiten, wie der zwischen ihnen liegende Herbst und Frühling sieben und ein halb Jahr dauert; wie es sich leben mag auf einem Planeten, dessen Tag nur halb so lang ist wie der unsrige, dessen Jahr aber 29½ mal länger ist als das Erdenjahr, diese Fragen dürfen wir der Phantasie unserer Leser zur Beantwortung überlassen.

Wir wollen nur die eine Frage in Betracht ziehen, welchen Einfluß wohl der Ring des Saturn auf die etwaigen Bewohner desselben, wenn sie den Menschen geistig ähnlich sind, haben mag; welche Erscheinungen er ihnen bietet und welche Vorstellungen er in ihnen erweckt? Denn diese einzige Betrachtung ist ausreichend, um zu zeigen, daß es recht schlimm

um uns Menschen stände, wenn unsere Erde die Ehre hätte, solch' einen Ring um den Bauch zu besitzen.

Die Wesen auf dem Saturn hatten ursprünglich gewiß eben so wenig eine Ahnung davon, daß sie die Oberfläche einer Kugel bewohnen, so wenig die Menschen der Erde ursprünglich davon eine Ahnung hatten. Zudem werden sie auch nicht die leiseste Ahnung davon haben, daß diese ihre Kugel wirklich von einem Ring umgeben ist, denn was uns als Ring erscheint, erscheint ihnen dort ganz anders.

Die Leute, die am Äquator wohnen, sehen nämlich nur die innere, unbeleuchtete Kante des Ringes als einen schwarzen breiten Streifen in der Mitte ihres Himmelsgewölbes, und da sie gewiß glauben, daß die Himmelskugel einer Stütze bedarf, so sahen sie unzweifelhaft diesen schwarzen, breiten Streifen als das Bogengewölbe an, das den Himmel trägt. Freilich müßten sie schließen, daß die Sonne, die ihnen leuchtet, ihnen noch entfernter sein müsse, als dieser schwarze Bogen, denn im Herbst und Frühling ihres Jahres wird ihnen die Sonne unsichtbar, weil sie gerade hinter dem Ring steht, der seinen Schatten auf den Äquator der Saturnkugel wirft.

Allein es ist sehr wahrscheinlich, daß die Menschen dort eher auf die falsche Idee geraten, es sei irgendwo ein Loch in dieser Bogenwölbung, durch welches die Sonne hindurchkriechen muß, wenn sie von der einen Seite des Himmels zur andern kommen will, als daß sie die richtige Vorstellung davon haben, die uns jetzt so geläufig ist. Vielleicht veranstalten sie feierliche Fast- und Bet-Tage zur Zeit, wo die Sonne nach Norden oder Süden ausweicht und lange, vom Ring unsichtbar gemacht, die geängstigten Wesen dort in tiefster Finsternis läßt. Vielleicht kreuzigen und verbrennen sie dann all' diejenigen, welche etwa die Wahrheit ahnen und es leugnen, daß der Streifen, der die Himmelskugel in zwei Hälften teilt, die feste Bogenstütze des Weltalls ist.

Besser daran sind schon diejenigen, welche auf beiden Seiten des Äquators leben. Für ihr Auge teilt der Ring nicht mehr den Himmel in zwei Hälften, sondern er wölbt sich als Bogen, der nicht unähnlich einem Regenbogen den Himmel seitwärts umspannt. Die Bewohner der mittleren Zonen zu beiden Seiten des Äquators sehen nicht nur die innere, finstere Kante des Ringes, sondern können auch schon die Seitenfläche des Ringes sehen. Ja, diejenigen, die dort in dem Breitengrad wohnen, wo bei uns Griechenland liegt, sehen die breite Kante am vorteilhaftesten, denn sie nehmen sie als ein Himmelsthor wahr, dessen Gemäuer so dick ist, wie bei uns dreißig nebeneinander stehende Monde erscheinen würden und auf dem sie in den Sommernächten den Schatten ihres Planeten Saturn erblicken können (Fig. 31). — Wenn bei ihnen Sommer ist, so befindet sich für sie die Sonne diesseits des Himmelsthors, und das dauert mehr als vierzehn volle Erdenjahre, während welcher Zeit das Licht der Sonne die Seitenwand des Ringes stets beleuchtet. Tritt aber bei ihnen der Winter ein, so begiebt sich die Sonne für sie jenseits des Himmelsthors. Mit Eintritt des Herbstes wird das herrliche Himmelsthor für sie finster. Sie sehen es am Tage wie einen pechschwarzen Regenbogen vor sich. Endlich kommt die Sonne so, daß sie für ihr Auge hinter dem Ringe steht, und dann verursacht ihnen der Ring eine furchtbare Sonnenfinsternis, die fast neun Erdenjahre dauert.

Zu beiden Seiten des Äquators giebt es auch Gegenden, wo der Ring zwar lang dauernde Finsternisse in ihrer Winterzeit veranlaßt, aber in der Mitte des Winters tritt die Sonne plötzlich unter das Thorgewölbe und verweilt gar kurze Zeit daselbst. Diese Gegend wird dadurch mitten im Winter vom Licht umflossen, aber bald schwindet dies wieder, und der Ring veranlaßt eine neue Sonnenfinsternis, die erst schwindet, wenn der Frühling naht, um den langen Sommer einzuleiten.

Wie aber mag wohl der Ring denen erscheinen, die auf Saturn in jener Weltgegend wohnen, wo auf Erden Berlin liegt?

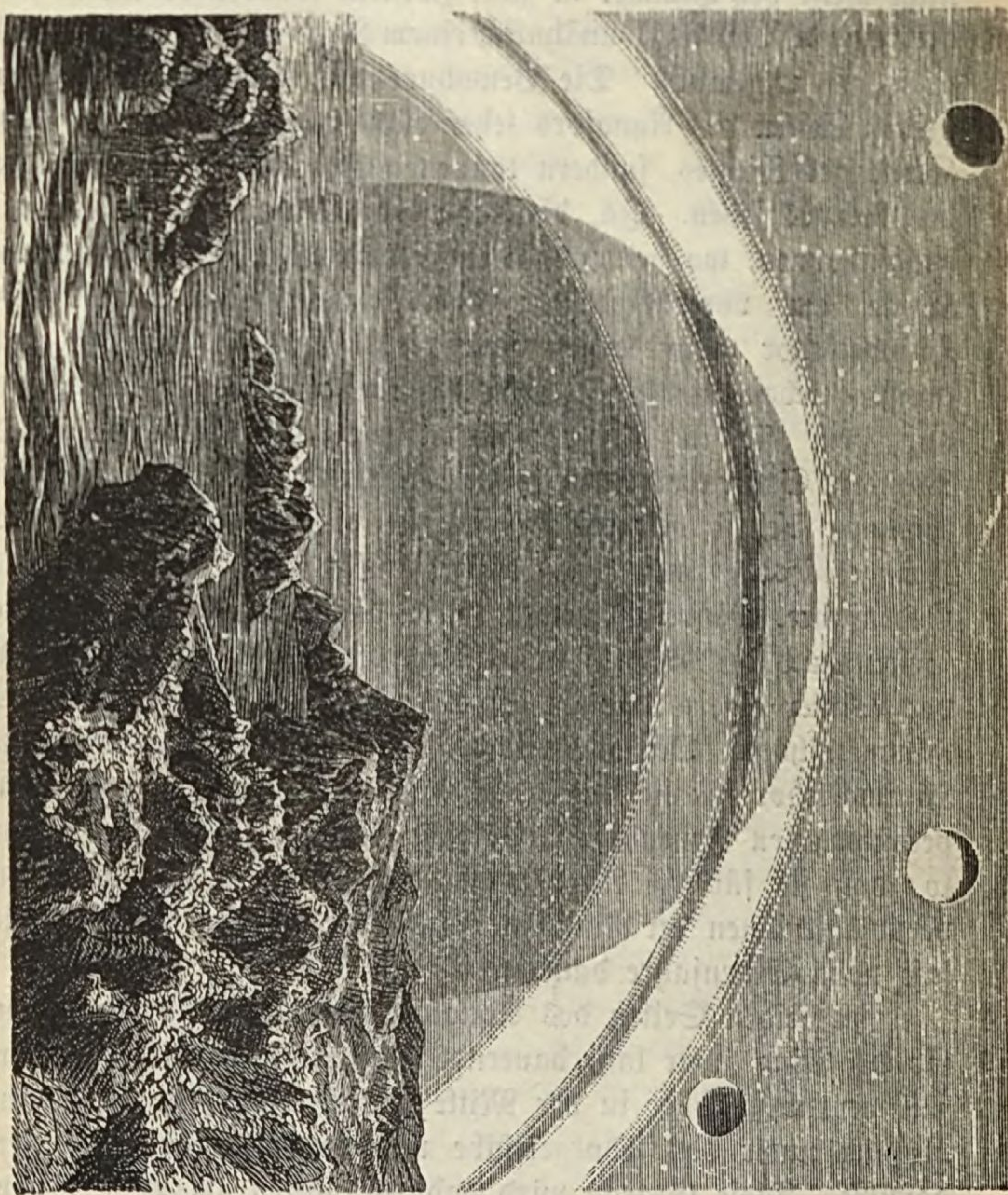


Fig. 31.

Wenn sich die Berliner auf Erden mit der Hoffnung schmeicheln, daß die Berliner auf Saturn in dieser Beziehung

sehr begünstigt sind, so irren sie sich. In diesem Breitengrad sieht man vom Ring nichts mehr als eine Art Wand, mit welcher am südlichen Horizont der Himmel mit Brettern vernagelt erscheint; in den Gegenden, die noch weiter hin zum Pol liegen, verschwindet auch dieses und sie haben dort nur Gelegenheit, sich an Fabeln und Sagen zu erfreuen, die aus jenen Gegenden stammen, wo man glaubt, Himmelsthore oder die stützenden Bogen des Himmelsgewölbes mit leibhaftigen Augen zu sehen.

Sollten aber auf dem Ring selbst nicht Wesen vernünftiger Art wohnen? — Das ist wohl möglich, und wir werden sehen, wie es ihnen dort ergeht.

XXX. Die etwaigen Bewohner des Saturn-Ringes.

Wenn die Natur haushälterisch umgeht und allenthalben, wo ein Leben möglich ist, auch Leben hegt und pflegt, so ist nicht nur ein Leben, sondern auch ein Leben vernunftbegabter Wesen auf dem Ring des Saturn möglich, und darum mag es unserer Phantasie gestattet sein, diesen Ring einmal mit menschenähnlichen Wesen zu bevölkern.

Und in der That, auf der schmalen, äußern Kante des Ringes ging's schon ganz gut an. Diese Kante, obgleich sie uns in den schärfsten Fernröhren feiner als ein Härchen erscheint und man meinen sollte, es müßten die Menschen dort nur wie Seiltänzer mit Hilfe einer Balancierstange herumspazieren können, ist dennoch 30 Meilen dick; und das ist ein Raum, auf dem ein Dutzend deutscher Staaten nebeneinander Platz haben. Da nun der Umfang des Ringes an 120 000

Meilen beträgt, so würde die gesamte Menschheit der Erde, auf die Kante des Saturn-Ringes versetzt, noch keineswegs wegen Mangel an Raum Auswanderungen zu veranstalten nötig haben.

Das aber muß man sagen, wenn es einmal gilt, dort zu leben, so lebt es sich auf dieser äußeren, schmalen Kante schon am besten. Da der Ring in zehn Stunden sich um Saturn schwingt, so hat man auf ihm eine Abwechselung von Tag und Nacht, von denen jeder fünf Stunden lang ist. Für die Bewohner dieser schmalen Kante ist ein wesentlicher Unterschied zwischen Sommer und Winter nicht vorhanden; denn es lebt sich auf diesem Ring ganz so wie auf dem Äquator eines ordentlichen, kugelrunden Planeten, wo der Wechsel der Jahreszeiten höchstens im Wechsel der Regenzeiten bemerkbar wird. — Aber in anderer und zwar in geistiger Beziehung möchte dies ein keineswegs günstig gelegener Wohnsitz sein, denn schwerlich giebt es im Sonnensystem irgend ein Plätzchen, wo es schwieriger wird, sich die Welt richtig vorzustellen, als auf der äußeren Kante des Saturn-Ringes.

Wir, die wir den Ring so deutlich sehen, und auch seine Umdrehung um die in seinem Mittelpunkt liegende Saturnkugel erkennen, wir würden mit unserer Erkenntnis leicht genug all' die sonderbaren Erscheinungen der dortigen Natur herausfinden. Die Wesen aber, die dort wohnen, können auf dem Bereich ihres Wohnsitzes keine Ahnung davon haben, daß sie auf der schmalen Kante eines Ringes leben. Sie können es auch nicht vermuten, daß sich ihr ganzer Wohnsitz in zehn Stunden um einen Planeten dreht, sondern der Meinung sein, daß sie still stehen und das ganze Weltall sich um sie herumdrehe. Daß fünftausend Meilen unter ihren Füßen ein Planet Saturn vorhanden ist, davon werden sie naturgemäß keine Ahnung haben, denn wenn sie auch bis zum Rand der Kante gehen und dort wirklich ein Stück Halbkugel in sonderbarer

Beleuchtung erblicken, so werden sie dies sonderbare Ding zu ihren Füßen weit eher für einen zerbrochenen Mond als für einen Hauptplaneten halten, zumal acht Monde, die sich um Saturn und seinen Ring bewegen, die Vorstellung, daß sie von Monden umgeben sind, sehr begünstigen. Zu dem kommt noch, daß sie diese Halbkugel während 14 Jahren, wo sie in Winter-Nacht und in der Schatten-Nacht des Ringes vergraben ist, gar nicht sehen, und in den Sommer- und Lichtzeiten dieser Halbkugel dieselbe nur eigentlich morgens und abends als eine Art zerbrochenen Halbmond erblicken, der über den Rand der Kante gesehen, stets genau unter den Füßen des Beobachters schwebt.

Welche Märchen und Sagen, ja welch' heilig gesprochene, althergebrachte Mythen mögen wohl dort herrschen über die acht freien Monde, die im Weltraum scheinbar um den Wohnsitz dieser Wesen herumschweben und über das zerbrochene Stück halbe Mondscheibe, das scheinbar angefesselt ist zu den Füßen dieser Wesen! Wie sollen sie zu dem Gedanken kommen, daß sie eigentlich nur auf einem Ring wohnen, der mondartig um dieses zerbrochene, halbe Ding zu ihren Füßen schwebt, welches ein wirklicher, richtiger, mächtiger Planet ist! — Sie, die sich und ihren Wohnsitz sicherlich als den Mittelpunkt des Weltalls ansehen, werden gewiß jeden verdammen oder verspotten, der das Ding zu ihren Füßen zum Hauptwesen machen will und gegen alle hergebrachten Anschauungen ihren festen Wohnsitz zu einem untergeordneten Stückchen Welt herabsetzt.

Wollten wir auch annehmen, daß die vernunftbegabten Wesen dort einen tausendmal schärfern Verstand haben als wir Erdbewohner, so dürfen wir doch nicht viel von ihrer Einsicht hoffen; denn einerseits sind die Umstände wirklich so verwirrend, daß es tausendmal schwerer ist, von dort aus die Wahrheit zu erspähen, als bei uns, andererseits sind wenigstens bei uns

Erdbewohnern die Vorurteile der Verständigen weit schwerer zu bekämpfen, als die schlichten Irrtümer des Unverstandes. — Wir haben ja das Beispiel in der Menschengeschichte vor uns, daß wilde, ungebildete Völker sich leichter belehren ließen über die Umdrehung der Erde, als das gebildete Europa, das gerade vom falschen Scharfsinn des ptolemäischen Weltsystems hartnäckig verblendet war!

Wie aber, wenn die Bewohner der Kante des Ringes reiselustig genug sind, um sich über den Rand des Ringes hinauszuwagen und eine Reise nach der Breite des Ringes und abwärts dem Saturn zu anzutreten? Sollten sie da nicht der Wahrheit etwas näher kommen?

Wir vermuten, daß sie die Reise bleiben lassen, und zwar aus mehrfachen, sehr verschiedenen Ursachen, die sie von dieser Lust, wie wir sehen werden, befreien.

XXXI. Das Schicksal des Saturn-Ringes.

Einem Bewohner des Saturn-Ringes, dem es einfiele, die schmale Kante des Ringes, seinen bisherigen Wohnsitz zu verlassen und um die Ecke zu biegen, damit er auf der breiten Seite des Ringes einen Spaziergang machen könne, dem würde so Manches passieren, was ihm die Lust zu seinem Unternehmen verleidet.

Vor Allem ist um die Ecke ein ganz anderes Wetter. Während auf der schmalen Kante des Ringes ein fortwährender Sommer herrscht, wo stets fünf Stunden Tag und fünf Stunden Nacht mit einander abwechseln, herrscht auf jeder breiten Seite des Ringes eigentlich ein ewiger Winter; und zwar ein Winter, in welchem bei jedem Umlauf des Planeten

Saturn um die Sonne nur ein einziger Tag und eine einzige Nacht vorhanden ist, aber ein Tag, der $14^1/_2$ Jahr dauert, und eine Nacht von eben solcher Länge. — Wie mag es nun wohl einem Wesen, das an einen Tages- und Nachtwechsel im Laufe von zehn Stunden gewöhnt ist, vorkommen, wenn es beim Umbiegen um die Ecke seines Wohnsitzes ohne weiteres in eine ganz neue Welt tritt, wo es mehr als vierzehn Jahre auf eine Abwechselung derart warten muß? Wie anders muß nicht die ganze Natur eingerichtet sein bei solchem Abstand der Witterungsverhältnisse, und wie wenig Einladendes muß es haben, auch nur um die Ecke zu blicken, die einen solchen Unterschied aller Verhältnisse hervorbringt!

Würde nun noch der Ring des Saturn eine solche Lage zur Sonne haben, daß die breite Seite des Ringes einmal den vollen Sonnenschein genießen könnte, so wäre es noch denkbar, daß ein vierzehnjähriger Sonnenschein den Boden so durchwärmte, daß die Wärme für die eben so lange Nacht einigermaßen aushielte. Der Ring hat aber eine solche Lage, daß die Sonne der breiten Seite des Ringes stets nur so schräg die Strahlen zusenden kann, wie etwa bei uns in den kältesten Weltgegenden. Zudem ist dort das Sonnenlicht an 100 mal schwächer an wärmender Kraft als auf der Erde. Das Klima muß also selbst an einem Tage, der durch vierzehn volle Jahre anhält, ein undenklich kaltes sein. — Welche Kälte aber eine vierzehnjährige, ununterbrochene Nachtzeit verursacht, das ist etwas, was wir nicht aufzufassen vermögen.

Aber es handelt sich bei solchem Spaziergang um die Ecke um noch ganz etwas anderes, als um das Wetter, und das ist etwas, was einem etwaigen Forschungs-Reisenden auf dem Saturn einfach ein unüberwindliches Hindernis entgegensetzt.

Der Ring nämlich dreht sich mit solcher Schnelligkeit um den Saturn, daß in jedem Punkte des Ringes die Schwungkraft und die Anziehungskraft durch Saturn gleich ist. Für

die Wesen, die auf dem Ringe leben, hat also die Saturnkugel in der Mitte des Ringes so gut wie gar keine Anziehungskraft. Nun bleibt zwar noch die Masse des Ringes selber, die gar nicht gering ist, übrig, und die Masse bewirkt auf jedem Punkte der schmalen Kante eine Anziehung, die so stark ist, wie sie wäre, wenn die gesamte Masse des Ringes im Mittelpunkt desselben vereinigt wäre. Es läßt sich hiernach, mit Hilfe mancher Voraussetzungen, die wir hier nicht weiter erörtern können, voraussehen, daß wirklich diese Anziehung des Ringes stark genug ist, um trotz des Umschwunges eine Anziehungskraft auf die Gegenstände auszuüben. Aber wenn dies auch auf der Kante des Ringes so der Fall ist, daß Wesen auf dem Boden unter ihren Füßen sich erhalten können, so ist unzweifelhaft, daß es auf der breiten Seite des Ringes nicht der Fall sein kann. Denkt man sich die Anziehungskraft der gesamten Masse des Ringes vereinigt im Mittelpunkt derselben, so wird es den Leuten, die auf der Kante des Ringes herumwandeln, so gut ergehen, wie den Menschen, die auf dem flachen Dach eines Hauses spazieren; aber ebensowenig als sich solche Menschen an den Rand wagen dürfen, um an den Wänden des Hauses auf und ab zu spazieren, ebensowenig dürfte es für die Wesen auf der schmalen Kante des Saturnringes geraten sein, ihren Spaziergang auf die breite Seite des Ringes, also gewissermaßen auf die Wand desselben auszudehnen, wenn sie nicht sofort viele Tausende von Meilen tief mit furchtbarer Schnelligkeit auf den Saturn herunterstürzen wollen.

Ja, die Geschichte hat noch einen ganz andern Haken, der nicht nur dem Leben auf dem Ring, sondern der sichern Existenz des ganzen Ringes gefährlich ist.

Die Beobachtungen haben gezeigt, daß eigentlich der Ring nicht aus einem einzigen, vollen Reifen besteht, sondern daß es eine ganze Anzahl von Ringen giebt, von denen der eine immer

kleiner ist als der andere. Wir wissen mit Sicherheit, daß dasjenige, was man auf den ersten Blick für einen einzigen Ring ansieht, ein System einzelner ineinander liegender Ringe ist, die alle weit von einander abstehen. Mindestens hat man schon sicher innere und äußere Ringe unterschieden, die leere Zwischenräume zwischen sich haben, welche man auf 300 Meilen schätzt. — Ist dem so, so bewirken die Ringe aufeinander eine Anziehung und demnach muß auch ihr Umschwung sehr verschieden von einander und überhaupt höchst verwickelt sein. Ja, es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie beisammen eine mittlere Umschwungsgeschwindigkeit haben, welche für den kleinsten Ring zu langsam und für den größten zu schnell ist, und findet etwas Derartiges statt, so ist es nicht nur überhaupt gewagt, auf dem Ring zu leben, sondern es muß mit der Zeit dahin kommen, daß der Ring selber zu Schanden geht und sich in einen Kranz von einzelnen Monden umwandelt, die in ganz wunderbarer Weise um den Hauptplaneten Saturn einen Rundlauf machen und sich zugleich zu kleinen Mondsystemen ausbilden.

In der That hat man Beobachtungen gemacht, die auf eine Auflösung des Ringes hindeuten und die schöne Aussicht gewähren, daß einmal unsere Ur-Ur-Enkel eines schönen Tages oder einer schönen Nacht das voraus berechnete Schauspiel genießen werden, den Ring des Saturn bersten und die Entstehung von einer ganzen Masse von Monden mit eigenen Augen anzusehen.

XXXII. Uranus.

Eine bedeutende Strecke weiter hinaus und in einer Entfernung, die fast noch einmal so groß ist wie die Saturns von

der Sonne, bewegt sich der Planet Uranus: ein Planet, den man vor hundertundfünfundzwanzig Jahren noch nicht kannte, und dessen Entdeckung nicht wenig diejenigen in Verlegenheit setzte, welche die Weisheit und die Einsicht der alten Zeiten als unübertrefflich gepriesen hatten.

Nach den hergebrachten Anschauungen stand vor etwas mehr als hundert Jahren noch der Glaube fest, daß Saturn der letzte und entfernteste Planet des Sonnensystems sei; mit der Entdeckung des Uranus wurde auch dieser überlieferte Glaube erschüttert und die Menschheit in wohlthätiger Weise darauf hingeführt, daß sie die Erkenntnis der Natur-Wahrheiten nicht in der Vergangenheit und bei den alten griechischen Schriftstellern zu suchen, sondern durch eigne Forschungen und Beobachtungen zu finden und von dem Fortschritt der Menschheit in der Zukunft zu hoffen hat.

Uranus ist ein Planet, der zwanzigmal entfernter ist von der Sonne als die Erde. Das Sonnenlicht ist demnach dort an vierhundertmal schwächer als bei uns. Die Sonnenkugel erscheint dort nur so groß wie bei uns Venus und verbreitet selbst am hellsten Tage dort nur eine Dämmerung, wie die unserer Mondnächte ist. Da mit der Entfernung von der Sonne auch die Wärme des Sonnenlichtes in gleicher Weise wie die Leuchtkraft abnimmt, so bewirkt das Sonnenlicht auf Uranus eine vierhundertmal schwächere Erwärmung, und dies allein genügt, um es jedem irdischen Wesen, das zu seiner Existenz des Sonnenlichts und der Sonnenwärme bedarf, das Bestehen auf Uranus vollkommen unmöglich zu machen.

Der Durchmesser der Uranus-Kugel beträgt 7900 Meilen, und da die Masse dieser ganzen Kugel etwa 15 mal schwerer ist als die der Erde, so läßt sich die Anziehungskraft, die Uranus auf die Gegenstände an seiner Oberfläche ausübt, ziemlich genau angeben, und man findet, daß dieselbe nicht sehr verschieden von der auf der Erde ist.

Dahingegen ist es bisher noch nicht gelungen, die Umdrehungszeit des Uranus zu ermitteln, da man selbst mit den schärfsten Fernröhren nicht vermocht hat, Flecken auf dem Uranus zu entdecken, durch deren Wiederkehr man imstande ist zu sagen, wie lang Tag und Nacht auf diesem Planeten sind, und wie Winter und Sommer daselbst verteilt sein mögen.

Nur durch einen Umstand eigener Art ist man veranlaßt anzunehmen, daß bei diesem Planeten etwas stattfindet, was bei anderen Planeten nicht der Fall ist. Bei den anderen Planeten findet man nämlich, daß die Monde ziemlich in der Richtung des Äquators des Planeten ihren Umlauf haben, und daß auch der Umlauf der Monde in einem Kreise geschieht, der nur wenig in seiner Lage abweicht von dem Kreis, den der Planet selber um die Sonne beschreibt. — Beim Uranus hat Herschel 6 Monde entdeckt, die in ziemlich regelmäßig weiten Abständen um ihn herum ihren Lauf haben. Vier dieser Monde sind mit Sicherheit beobachtet worden. Zwei dieser Monde aber bewegen sich in Kreisen um Uranus, deren Ebenen fast senkrecht auf der Bahn stehen, die Uranus selber um die Sonne macht. Wenn man sich den Lauf des Uranus um die Sonne vorstellt und zugleich das Auge auf den Lauf der Monde richtet, die Uranus auf dieser Reise begleiten, so bilden die Monde in ihrem Lauf nicht Sprunglinien auf der Bahn des Planeten, sondern gehen in einer Art Schraubengang um ihn, und laufen pfropfenzieherartig durch den Raum, wenn sie den Uranus in seinem einfachen Kreislauf begleiten.

Diese Erscheinung ist so eigentümlich, daß sie wie eine Ausnahme von der Regel im Sonnensystem dasteht; und wenn man geleitet hiervon annehmen soll, daß sich auch Uranus in gleicher Richtung um die Axe dreht, wie dieser sonderbare Lauf seiner Monde ist, so hat man auch Tage und Nächte auf diesem Planeten, die alle unsere Begriffe vom Zeitenwechsel weit übersteigen.

Uranus nämlich vollendet seinen Kreislauf erst in 84 Jahren um die Sonne; geschieht nun seine Umdrehung in derselben Richtung, wie der Lauf seiner Monde ist, so giebt es dort Tage und Nächte, die abwechselnd an den Polen je 42 volle Jahre dauern und nach dem Äquator zu zwar abnehmen, aber doch bis auf eine sehr schmale Strecke noch immer eine Länge von zwei vollen Jahren haben. In solchem Falle muß auch die Wärme des Sonnenlichts, oder der Sommer daselbst an den Polen am stärksten sein, um sodann bei einer Nacht von 42 Jahren von einer Kälte abgelöst zu werden, die alle unsere Begriffe übersteigt.

Sollte die Beobachtung einer wirklichen Umdrehung der Uranus-Kugel dieses sonderbare Verhältnis bestätigen, so wird man Ursache haben, sehr bescheiden zu sein mit Voraussetzungen über die Absichten und die Zwecke der Natur in ihren Erscheinungen; denn man würde dann von der gewohnten Absicht ganz und gar ablassen müssen, daß die Planeten sich um die Axe drehen, damit alle Seiten ihrer Oberfläche das Sonnenlicht empfangen, da dieser Zweck ganz entschieden bei Uranus nicht zutreffen würde, und man im Gegenteil sagen müßte, die Natur habe sich bei dieser Umdrehung in ihrem Zweck so verrechnet, daß sie nicht unpraktischer hätte sein können, als sie ist.

Die Bekanntschaft mit Uranus ist für die Wissenschaft noch zu jung, um mit Sicherheit mehr über ihn zu wissen, als wir angegeben haben. Wir müssen uns aber jetzt zu der neuesten und jüngsten Bekanntschaft eines Bürgers im Sonnensystem wenden, einer Bekanntschaft, die erst 50 Jahre alt ist.

XXXIII. Neptun.

Über die Entdeckung des Neptun haben wir schon oben eingehend gesprochen.

Das Licht der Sonne ist auf diesem letzten Planeten, der von derselben 30 mal entfernter ist als die Erde, um 900 mal schwächer als bei uns. Das heißt, die Bewohner des Neptun müßten 900 Sonnen am Himmel haben, wenn sie ihren Tag so hell haben wollten wie wir. Da sie aber auch nur eine Sonne haben wie wir und ihr Tageslicht von derselben wie wir empfangen, so müssen sie sich wegen ihrer großen Entfernung von der Sonne mit einem Tage begnügen, der außerordentlich schwach beleuchtet ist.

Die Sonnenkugel erscheint ihnen dort so klein wie uns etwa der Planet Jupiter in seiner Erd-Nähe; und es ist wohl möglich, daß die Bewohner Neptuns am Tage imstande sind, die hellsten unter den Fixsternen zu sehen; ebenso wie wir sie bei hellem Mondschein erblicken.

Daß indessen ein 900 mal schwächeres Sonnenlicht dennoch immer noch eine Beleuchtung gewährt, davon können wir uns durch eine direkte und eine indirekte Thatsache überzeugen. Die direkte Thatsache ist die, daß wir auf Erden den Planeten Neptun sehen können. Wäre er nicht von der Sonne merklich erleuchtet, so würden die allerschärfsten Fernröhre nicht hinreichen, um ihn uns sichtbar zu machen. Das Sonnenlicht ist auf Neptun noch stark genug, um im Zurückstrahlen merkbar in unser Auge zu gelangen. Wir haben aber auch einen indirekten Beweis, daß der kleinste Punkt des Sonnenkörpers sehr bedeutende Leuchtkraft besitzt, und zwar erfahren wir dies nach totalen Sonnenfinsternissen. Wenn nämlich unser Mond sich derart vor der Sonne befindet, daß sie vollständig verdeckt ist, so wird es mit dem Entschwinden des letzten, feinsten

Randes der Sonne plötzlich finster, und man erblickt für einen Moment die Sterne des Himmels, als ob es Nacht wäre. Im selben Augenblick aber, wo der Mond weiter gehend in seiner Bahn auch nur das allerkleinste Sonnenpünktchen an seinem Rande sehen läßt, strömt schon eine sehr beträchtliche Masse des Sonnenlichts zur Erde und erleuchtet dieselbe derart, daß die Sterne verschwinden und man freudig den wiederkehrenden Tag begrüßt.

Wie groß Neptun ist, wie es mit seinen Monden steht, von denen man schon einen gesehen hat, welche Zeit er zu seiner Umdrehung um seine Axe braucht, wie Sommer und Winter auf ihm beschaffen sein mögen, wie schwer die Dinge auf seiner Oberfläche sind, das alles ist bis jetzt noch nicht sicher festgestellt und wird wahrscheinlich noch lange Zeit unbekannt bleiben, wenn es nicht gelingt, ganz unermeßlich scharfe Fernröhre herzustellen, die aus einer so weiten Ferne noch sichere Beobachtungen zulassen. Wir wissen vom Neptun sicher nur den Ort, wo er sich befindet, die Masse, die er im ganzen hat, die Entfernung von der Sonne und kennen infolgedessen seine Umlaufszeit um dieselbe, also das Jahr auf Neptun, das gleich ist 165 Erd-Jahren. Nach seiner Masse, die 15mal größer als die der Erde ist, und seinem Umfang würde seine Dichtigkeit ungefähr ebenso groß sein, als die seines Nachbarplaneten Uranus; doch sind alle diese Angaben noch sehr unsicher.

So wenig wir aber von den Verhältnissen des Planeten Neptun wissen, so vielversprechend ist seine Beobachtung.

Wir haben es bereits erwähnt, daß der Lauf des Neptun es einzig und allein sein wird, der uns darüber wird belehren können, ob noch in weiterer Entfernung von der Sonne ein Planet existiert, oder nicht. Wird Neptun seinen Umlauf regelmäßig abhalten, wie ihn die Astronomen berechnen, so wird man schließen dürfen, daß kein unbekannter, ferner Planet existiert, der auf seinen Lauf von Einfluß ist. Wird sich das

Gegenteil ergeben, so wird die Wissenschaft mit vollster Sicherheit Ort, Masse, Entfernung und Umlaufszeit jenes entfernten Störers herausrechnen, selbst wenn auch vorerst nicht die mindeste Hoffnung vorhanden ist, den unbekannten Planeten durch unsere Fernröhre sehen zu können. — Indessen dürfte dieser Gewinn der Wissenschaft nicht gar so bald eintreffen. Bei einer Umlaufszeit von 165 Jahren würden voraussichtlich mindestens hundert Jahre vergehen, bevor man dieser Bereicherung der Himmelskunde sich wird rühmen können, und bis dahin werden sich auch unsere Leser schon gedulden müssen.

Ganz anders aber ist der Schluß, den man berechtigt ist, über die Existenz etwaiger noch nicht entdeckter Planeten innerhalb des bekannten Raumes des Sonnensystems zu ziehen. In der Gegend, wo an 400 kleine Planeten existieren, wird man gewiß noch recht viel Herumläufer dieser Art entdecken; daß jedoch zwischen den anderen Planeten kein unentdeckter existiert, das lehrt die Entdeckung des Neptun sehr überzeugend. Wäre außer in dem Raum zwischen Mars und Jupiter noch sonst wo im Sonnensystem innerhalb der Neptunsbahn ein Planet vorhanden, so würde er, selbst wenn er unsichtbar sein sollte, längst ausgespürt sein durch die Störungen, die er auf die benachbarten Planeten ausübt. — Nur zwischen Sonne und Merkur könnte möglicherweise noch ein Planet vorhanden sein, den wir der Sonnen-Nähe wegen noch nicht entdeckt haben. Die Störungen im Lauf des Merkur haben Leverrier zu der Behauptung geführt, daß wirklich ein solcher Planet existiert, der auch sogar schon einen Namen erhalten hat: Vulkan. Indessen ist seine Existenz doch noch nicht erwiesen.

XXXIV. Die Stellung der Kometen im Sonnensystem.

Es ist nach dem in den vorigen Artikeln Mitgeteilten ausgemacht, daß wir uns vorläufig mit der Kenntnis von acht großen Planeten begnügen und unsere Hoffnungen auf neue Entdeckungen, auf die Zahl der kleinen Planeten richten müssen, die ganz unzweifelhaft in sehr großer Zahl in der Gegend zwischen Mars und Jupiter existieren.

Stellt man sich nun vor, wie diese acht großen und der ganze Schwarm kleiner Planeten fast in einer und derselben Ebene die Sonne umkreisen, so wird es klar, daß man das ganze Sonnensystem, so weit es die Sonne und die Planeten betrifft, in eine runde Schachtel einpacken kann, welche nur eine Million Meilen hoch und an 1500 Millionen Meilen breit ist. Die Gestalt einer solchen Schachtel ist eben ungefähr die einer äußerst flachen und sehr weiten, runden Schnupftabaks-Dose, in deren Mitte die Sonne liegt, und um welche die Planeten in Kreisen herumwandeln. Da nun auch die Sonne sich um ihre Axe dreht, und zwar in derselben Richtung, wie der Lauf der Planeten ist, so ist es ganz richtig, wenn man sagt, daß die Planeten in der Richtung und in der Ebene des Sonnen-Äquators kreisen und nur sehr wenig nach der Richtung der Pole der Sonne abweichen.

Sollte aber der Raum oberhalb der beiden Pole der Sonne wirklich leer sein? Ist es wahrscheinlich, daß die Sonne, die auf 600 Millionen Meilen Entfernung noch soviel Anziehungskraft hat, um einen Planeten wie Neptun im Kreise herumzuführen, nur diese Kraft in der Richtung ihres Äquators und nicht nach jeder Richtung besitzt?

Auf diese Frage lehrt die Naturwissenschaft sowohl wie die Beobachtung, daß die Anziehungskraft der Sonne in der

That nach jeder Richtung hin gleich ist. Die Anziehungskräfte ändern sich nur mit der Entfernung, nicht aber je nach den Gegenden, wo sich der angezogene Gegenstand befindet. Wenn wir nun gewahren, daß die Planeten fast nur in der Richtung des Äquators der Sonne existieren und ihren Rundlauf innehalten, so hat dies entweder einen mechanischen oder einen in der Entstehungsgeschichte der Planeten liegenden Grund. Daß jedoch die Sonne dennoch nach allen Richtungen hin gleich anziehend wirkt, das beweisen die Kometen, die man in Wahrheit als die eigentlichen Bewohner des Weltraumes betrachten muß, und die in jeder beliebigen Richtung von allen Seiten und aus den weitesten Fernen her in außerordentlich großer Anzahl um die Sonne laufen.

Man macht sich von den Kometen und auch infolgedessen von der Bevölkerung des Weltraums und speziell des Sonnensystems gemeinhin eine ganz falsche Vorstellung.

Unter Kometen versteht man solche Himmelskörper, die zuweilen als große und öfter als kleine, lichte, nebelhafte Massen am nächtlichen Himmel sichtbar werden.

Der Aberglaube ungebildeter Völker hat sonst Erscheinungen solcher Art als Vorbedeutungen menschlicher Schicksale angesehen; erst seit den Zeiten der Aufklärung der Geister durch die Naturwissenschaft, seit den Zeiten, wo der mittelalterliche Glaube gesunken und Bildung und Forschung unter den Menschen ihr Reich eingenommen, erst nachdem ein Kopernicus das Sonnensystem, wie es in Wahrheit ist, erklärte, ein Kepler neue Gesetze der Bewegungen der Himmelskörper entdeckte, ein Newton das Gesetz der Anziehungskraft der Massen feststellte und bewies, erst da gelang es auch, die Erscheinung der Kometen in die Reihe der Natur-Erscheinungen aufzunehmen und die Gesetze ihres Kommens und Verschwindens genauer zu bestimmen.

Ein englischer Naturforscher Namens Halley (1656—1724)

war es, der vor zweihundert Jahren fand, daß ein in seiner Zeit sichtbarer Komet ein Himmelskörper sei, der durch die Anziehung der Sonne genötigt ist, um dieselbe einen Umlauf zu machen. Er berechnete die Bahn dieses Kometen und zeigte, daß dieselbe so beschaffen sei, daß der Komet in einem sehr länglichen Kreis um die Sonne gehe, und zwar derart, daß er der Sonne einmal sehr nahe komme und sich dann wieder von ihr entferne, um sich wiederum der Sonne vom entferntesten Punkte aus bis auf die bestimmte Grenze zu nähern. — Wenn man eine Linie von sieben Centimeter Länge zieht, und durch deren Mitte kreuzartig einen Querstich macht von $2^1/_2$ Centimeter Länge und dann die Enden dieses Kreuzes durch eine krumme Linie umschließt, so wird man einen sehr länglichen Kreis herausbekommen, der etwa die Gestalt eines Weizenkornes hat. Diese Gestalt hat ungefähr die Bahn des von Halley berechneten Kometen. Aber man stelle sich nicht vor, daß sich die Sonne in der Mitte der Linien, im Punkt des Kreuzes befinde, sondern man mache einen Punkt auf der langen Linie, der von der äußersten Spitze etwa ein viertel Centimeter entfernt ist, und man wird hier ungefähr die Stelle haben, die die Sonne innerhalb der Bahn dieses Kometen einnimmt. Fig. 32 zeigt uns, welche Stellung die Sonne zu der langgestreckten Ellipsenbahn solcher Kometen mit noch längerer Umlaufszeit einnehmen kann: die Ellipse, in denen diese Kometen sich bewegen, nähert sich schon stark

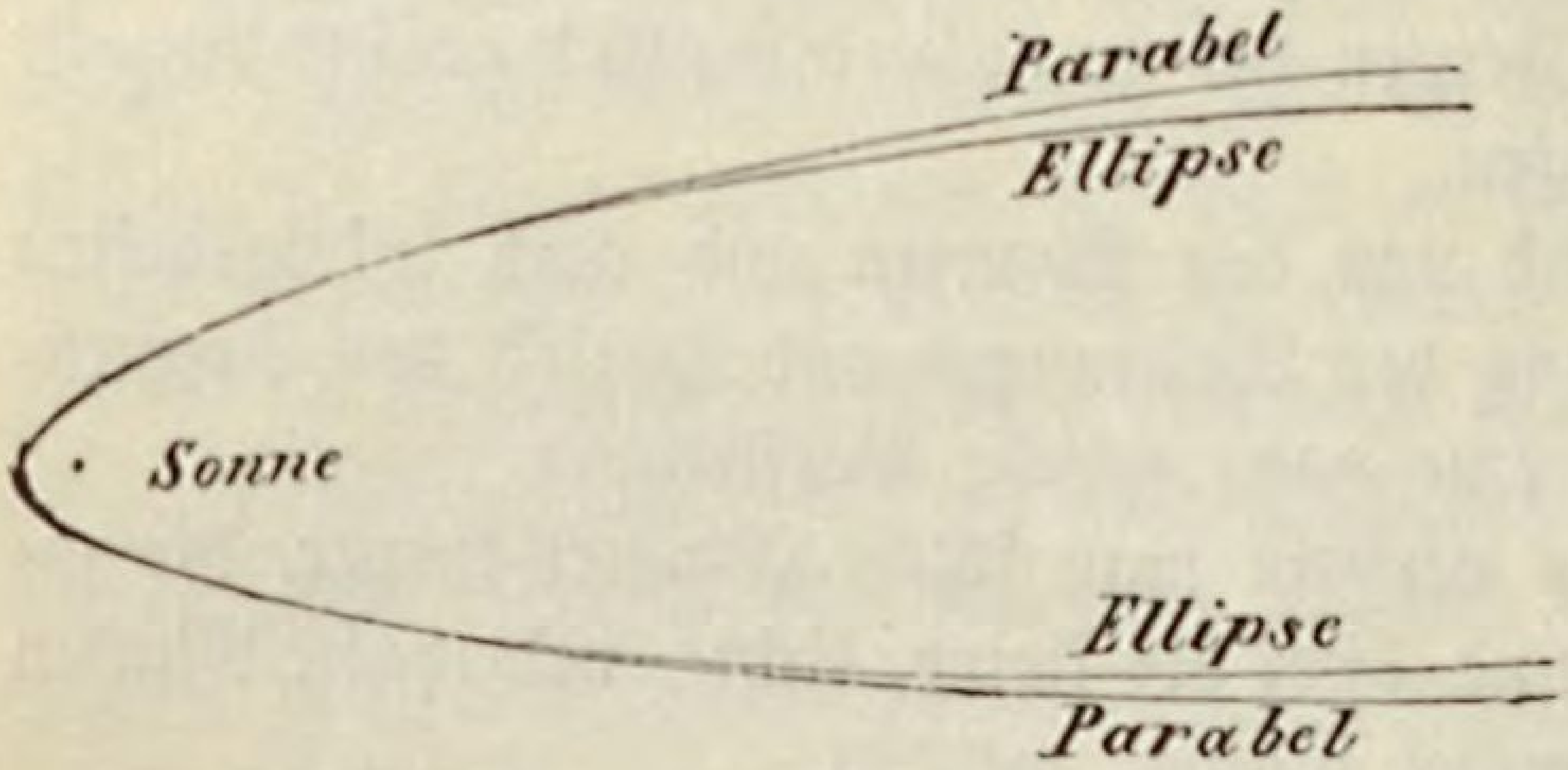


Fig. 32.

der Parabel, bei welcher eine Wiederkehr überhaupt nicht mehr möglich ist.

Wenn wir nun hinzufügen, daß der Komet nur sichtbar ist, wenn er der Erde und der Sonne nahe genug ist, daß er aber ganz und gar dem menschlichen Auge verschwindet, wenn er sich entfernt, so wird es jedem klar werden, daß Halley keine unbedeutende Schwierigkeit hatte, um herauszubringen, daß der Komet eine Umlaufszeit von einigen siebzig Jahren hat.

XXXV. Die berechneten und unberechneten Kometen.

Wenn man sich einen ungefähr richtigen Begriff von der Schwierigkeit machen will, die die Berechnung der Bahn eines Kometen darbietet, so kann man sich dies mit Hilfe einer Zeichnung sehr leicht klar machen. Man ziehe einen beliebigen Kreis um einen Punkt, und stelle sich vor, daß dieser Punkt die Sonne und der Kreis die Bahn der Erde sei. Nun zeichne man sich einen äußerst länglichen Kreis ebenfalls hin, der die Bahn eines Kometen vorstellen soll, und zwar derart, daß der eine schmalste Bogen des länglichen Kreises der Sonne noch einmal so nahe als die Bahn der Erde, während der andere schmale Bogen dreißig bis vierzigmal weiter entfernt ist von der Sonne als die Erdbahn. Wenn wir zu dieser Figur uns denken, daß selbst im günstigsten Falle der Komet nur dann von der Erde aus gesehen werden kann, wenn er ihr und der Sonne nahe ist, wenn wir hinzufügen, daß es selbst dann, wenn der Komet schon in seiner Sonnen-Nähe gut gesehen worden, auch mit dem schärfsten Fernrohr unmöglich

ist, ihn bei seinem Rückgang weit hinaus zu beobachten, und er schon unsichtbar wird, wenn er etwa 30 bis 40 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist, so wird es jedem klar werden, daß ein großer Unterschied zwischen der Berechnung der Bahn eines Planeten ist, der, wenn er einmal entdeckt, fast auf seiner ganzen Bahn gesehen werden kann, und einem Kometen, von dessen Bahn man nur ein kleines, oft nur sehr kleines Stück zu beobachten vermag.

Es darf daher nicht Wunder nehmen, daß bisher eigentlich nur wenige Kometen als wirklich genau beobachtet und berechnet angesehen werden können. Der eine ist der Halleysche Komet, der zuletzt im Jahre 1835 erschienen ist. Der zweite ist ein Komet, der nach dem deutschen Astronomen Olbers (1758—1840) benannt wird, welcher ebenso wie der Halleysche eine Umlaufszeit von einigen siebzig Jahren hat. Dieser Komet kommt der Sonne fast so nahe als die Erde, ist aber in seiner Sonnenferne einige dreißigmal weiter von der Sonne entfernt als diese. Seine Bahn ist aber so geneigt zu der Erdbahn, und sein Lauf ist so gerichtet, daß er der Erde niemals nahe kommt und deshalb nur immer sehr schwach gesehen wird. Da er aber außerdem klein ist, so darf es nicht Wunder nehmen, daß man ihn nicht vor dem Jahre 1815 zu beobachten Gelegenheit hatte. Von zwei anderen berechneten Kometen, dem Enckeschen und Bielaschen, haben wir bereits früher gesprochen. Der Enckesche Komet kommt in der Sonnen-Nähe der Sonne bis auf 6 Millionen Meilen nahe, während er in der Sonnen-Ferne fast an 80 Millionen Meilen von ihr absteht. Da seine Bahn wenig geneigt ist zu den Bahnen der Planeten, so kann man sagen, daß er im Bereich der Planeten-Bahnen seinen Umlauf hat. Er vollendet seinen Umlauf in drei Jahren und 109 Tagen und zeigt die Eigentümlichkeit, daß seine Umlaufszeit bisher immer kürzer geworden ist und die Wahrscheinlichkeit gewährt, daß er dereinst seinen Untergang

finden wird, indem er der Sonne immer näher kommt und endlich einmal in diese hineinstürzen wird.

Der Bielasche Komet, den wir schon früher eingehend behandelten, gehört zu den merkwürdigsten Himmelskörpern, deren Geschichte der Entstehung und des Vergehens sich fast vor unseren Augen enthüllt hat. Er hatte eine Umlaufszeit von 6 Jahren und 220 Tagen. Die Lage seiner Bahn wich von der der Planeten sehr wenig ab; in seiner Sonnen-Nähe war er von dieser fast so weit entfernt wie die Erde, während er in der Sonnen-Ferne mehr als sechsmal weiter von ihr abstand. An ihm hat sich bei seiner Wiederkehr im Jahre 1845 die Merkwürdigkeit gezeigt, daß er sich, wie wir bereits erwähnt haben, in zwei Kometen teilte, die, ohne sich anzuziehen, nebeneinander den Raum durchschreiten. Von ihm vermutete man bereits vor einigen Jahrzehnten, daß er vielleicht in der Zukunft einmal ein noch merkwürdigeres Schauspiel darbieten würde. Nach astronomischer Berechnung war es möglich, daß er bei wesentlicher Änderung seiner Bahn durch die Störung der Planeten einmal mit dem Enckeschen Kometen zusammentrifft, so daß beide Kometen, wenn sie sich anziehen, sich zu einem einzigen vereinigen könnten. Inzwischen hat sich jedoch der Bielasche Komet vollkommen aufgelöst. Über die Ursache ist man nicht vollkommen klar. Man hat nur nachweisen können, daß er im Lauf der letzten Jahre dem Planeten Venus so nahe kam, daß der Zusammenhang seiner lockeren Masse ganz zerstört wurde und von ihm nur Reste übrig geblieben sein mögen.

Obwohl verhältnismäßig nur wenige Kometen, von denen wir noch sprechen werden, in ihrem Lauf sicher berechnet sind, ist doch das Erscheinen von Kometen an sich nichts Seltenes, und die kurze Zeit, in welcher sie sichtbar sind, wird aufs fleißigste benutzt, um den kleinen, sichtbaren Teil der Bahn in der Sonnen-Nähe zu beobachten und zu berechnen, damit

man dann eine Vergleichung anstellen kann mit den Verzeichnissen der früher erschienenen Kometen, um es herauszufinden, ob der neu erschienene einer derjenigen ist, die bereits früher gesehen wurden.

Bedenkt man, daß die Hälfte der Zahl der Kometen stets ungesehen bleibt, wenn sie auf der Seite stehen, wo sich die Sonne befindet, also nur am Tage gesehen werden könnten, was ja selten möglich ist; bedenkt man ferner, daß man an 20 Kometen kennt, welche innerhalb der Merkurs-Bahn ihre Sonnen-Nähe haben, daß man 70 Kometen beobachtet hat, die innerhalb der Venus-Bahn in die Sonnen-Nähe kommen, so ergiebt die Rechnung, daß es Millionen von Kometen giebt, die ihre Sonnen-Nähe innerhalb der Neptuns-Bahn haben müssen, daß also die Kometen die eigentliche Bevölkerung des Himmelsraumes ausmachen, obgleich ihr Erscheinen für uns so selten ist.

XXXVI. Die sonderbare Beschaffenheit der Kometen.

Bedenkt man, welch' unendlich große Anzahl von Kometen aller Wahrscheinlichkeit nach existiert, so leuchtet es ein, daß es eine leere Einbildung ist, wenn man die geringe Zahl der Planeten als die wesentlichen Körper des Sonnensystems betrachtet, und daß es noch thörichter ist, wenn man die Existenz des einen Planeten, auf dem die Menschheit ihren Wohnsitz hat, für so wichtig in naturwissenschaftlicher Beziehung hält, um alles andere in der Welt nach dem Maßstab der hier bei uns herrschenden Verhältnisse zu schätzen.

Unsere bisherige Betrachtung hat uns schon gelehrt, daß es falsch ist, wenn man die Verhältnisse und Zustände auf den

anderen Planeten sich nur als Abbild der bei uns vorhandenen denkt. Gleichwohl läßt sich nicht leugnen, daß alle Planeten einige gemeinsame Eigenschaften besitzen, durch welche man sie alle als eine besondere Gattung von Himmelskörpern bezeichnen kann. Diese gemeinsamen Eigenschaften sind teilweise physikalischer, teilweise mathematischer, teilweise mechanischer Natur. Physikalisch steht es fest, daß mindestens Venus, noch sicherer als Mars, Jupiter und Saturn von einer Lufthülle umgeben sind. Vom Mars ist es außer allem Zweifel, daß an seinen Polen ein Winter mit Eis und Schnee herrscht, der dem unsern an den Polen ähnlich ist. Dies setzt voraus, daß Festland und Wassermassen auf dem Rund dieses Planeten existieren, was auch ganz unzweifelhaft durch die unwandelbaren Flecke wird, die man auf der Kugel dieses Planeten erblickt. Die Dichtigkeit der Planetenmassen weicht zwar wesentlich ab von der der Erde; allein man ist wenigstens imstande, diese Verhältnisse in zwei Gruppen zu bringen. Die vier der Sonne nahen Planeten, Merkur, Venus, Erde und Mars, haben eine beinahe gleiche Dichtigkeit, die etwa fünfmal so groß ist wie die des Wassers, während die übrigen größeren Planeten nur die Dichtigkeit unserer verschiedenen Holzarten besitzen.

Was die mathematischen Verhältnisse betrifft, so gleichen sich die Planeten in sehr hohem Grade. Alle sind Kugeln, wahrscheinlich besitzen sie alle ohne Ausnahme eine Umdrehung um eine Axe, die nicht zu sehr abweicht von der Axe ihrer Bahn, in welcher sie sich um die Sonne bewegen.

Endlich zeigt sich die mechanische Übereinstimmung darin, daß sie fast alle in Bahnen um die Sonne laufen, die sich nicht beträchtlich von wirklichen Kreisen unterscheiden, daß alle diese Kreise wenig von der Ebene des Sonnen-Äquators abweichen und die Umläufe alle nach einer Richtung von West nach Ost geschehen.

Wenn wir nun trotz dieser Übereinstimmung in der Planetenwelt dennoch so außerordentliche Verschiedenheiten in den einzelnen Verhältnissen derselben finden, daß wir keinen sichern Schluß von dem Dasein auf Erden auf das Dasein, das Leben und Weben auf anderen Planeten ziehen dürfen, so ist es klar, daß man in Bezug auf die Kometen nicht den geringsten Anhalt besitzt, um sich hierüber Vorstellungen irgend welcher Art zu machen.

Die Kometen sind wirklich Himmelskörper ganz anderer Art wie die Planeten. Weder in ihrer Beschaffenheit noch in ihrer Masse, noch in ihrer Dichtigkeit, noch in ihrer Form, noch in ihrem Lauf sind sie irgendwie den Planeten gleich oder auch nur ähnlich; ja sie zeigen so wesentliche Verschiedenheiten untereinander, daß man sie selber nicht einmal recht in Gruppen zu bringen vermag.

Dem bloßen Auge schon erscheinen die Kometen wie eine Art leuchtender Nebelstreif, der an einem Punkte einen etwas helleren Kern hat; durch nähere Untersuchung findet man aber, daß die Kometenmasse weder luftartig ist, noch aus einer Flüssigkeit, und noch weniger aus festen Teilen gebaut ist. Man kann nämlich durch die Kometen hindurch die feinsten Sterne des Himmels sehen (Fig. 33); man hat bisher weder eine Trübung noch eine Schwächung des Sternenlichtes beobachtet, das durch die Kometenmasse hindurch zu uns gelangt. Wäre diese Masse luftartig, so würde zwar die Durchsichtigkeit in sehr hohem Grade möglich sein; aber dann müßte sich eine Brechung der Lichtstrahlen zeigen, wie dies bei allen durchsichtigen Dingen der Fall ist, und auch bei Luftarten stattfindet.

Aus gleichem Grunde kann die Kometenmasse nicht als Flüssigkeit angesehen werden, und noch weniger als eis- oder glasartiger, fester Körper, an denen die Lichtbrechung nur noch stärker sein würde. Da wir nun auf Erden kein Ding kennen, das weder fest noch flüssig noch luftartig ist, so ist schon die

erste Frage nach der Beschaffenheit der Kometenmasse für uns vollkommen unbeantwortlich.

Es bleibt schließlich nur die eine Annahme möglich, sich die Kometen gar nicht als eine einzige Masse, sondern als eine Anhäufung außerordentlich kleiner Teile vorzustellen, die sich gegenseitig anziehen, ohne daß sie so nahe aneinander kommen, um sich wirklich zu berühren. Ihre Anziehung bewirkt dann nur, daß sie gemeinschaftlich ihre Reise um die Sonne machen;



Fig. 33.

nur dort, wo der lichtere Kern zu sehen ist, haben wir uns eine größere Anhäufung der einzelnen Teilchen zu denken, die zwar keine dichte, einzige Masse, aber doch eine dichtere Lage der einzelnen Teilchen bilden. Denkt man sich die dichteste Lagerung dieser Teilchen noch derart, daß sie nicht nahe genug stehen, um dem durchgehenden Licht ein Hindernis darzubieten, so würde man sich's erklären können, wie selbst der Kern der Kometen keine Ablenkung oder Schwächung des Lichtes der Sterne veranlaßt.

Wir wollen nun die Erscheinungen der Kometen etwas näher in Betracht ziehen, und zwar dadurch, daß wir eine Reihe der ausgezeichnetsten Kometen unsern Lesern vorführen, die seit etwa zweihundert Jahren beobachtet worden sind, also seit den Zeiten, wo Bildung und wissenschaftliches Leben sichere Nachrichten auf uns kommen ließen. Denn der Aberglaube früherer Zeiten, die man jetzt als die Zeit des heiligsten Glaubens preist, hat die tollsten und fabelhaftesten Dinge in den Kometen-Erscheinungen gesehen und berichtet, so daß man nicht imstande ist, all diese Nachrichten von Lügen und Übertreibungen zu säubern.

XXXVII. Der Komet vom Jahre 1680.

Der bedeutendste Komet, über welchen sichere Nachrichten auf uns gekommen sind, erschien im Jahre 1680. Er war von ungeheurer Größe und sah wie ein feuriger Streifen aus, der sich durch den halben Himmel hin erstreckte. Er stand so, daß man in Europa seinen Schweif früher sah als seinen Kopf. An einzelnen Orten der Erde mußte man abends sechs volle Stunden warten, um ihn vollständig untergehen zu sehen. An seinem Kopf bemerkte man den hellen Kern, der jedoch das Licht der Sterne, die hinter ihm waren, ungeändert durchleuchten ließ. Die Säume und das Ende seines Schweifes waren nicht scharf begrenzt. Der Schweif selber war der Sonne abgewendet, während der ganze Komet sich fast in gerader Linie zur Sonne hin zu bewegen schien.

Da er von den besten Astronomen der damaligen Zeit beobachtet wurde und namentlich deutsche und holländische Naturforscher pünktlich genug seinen Lauf notiert haben, so

fand der schon mehrfach genannte Encke hinreichendes Material vor, um den Lauf dieses merkwürdigen Kometen zu berechnen. Eine berühmte Preisschrift dieses Astronomen wies überzeugend nach, daß dieser Komet in einer Bahn wandert, welche so lang gestreckt ist, daß er in seiner Sonnen-Nähe nur um etwa 30 000 Meilen von der Oberfläche der Sonne absteht, während er in der Sonnen-Ferne über 17 000 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist. Um seinen Umlauf zu vollenden, braucht er 8814 Jahre; er wird also erst wieder nach mehr als neunhalbtausend Jahren sichtbar werden, und wird bei seinem Wiedererscheinen wahrscheinlich ein Menschengeschlecht vorfinden, das auf die Zeit, in welcher wir leben, wie auf eine Zeit der Unwissenheit und des dunkelsten Altertums blicken wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach aber wird der Name des Mannes, der sein Erscheinen vorher verkündet hat, auch dann noch geehrt werden, wenn auch nur mit Rücksicht auf die Zeit, in welcher er gelebt und gewirkt hat.

Dieser Komet lehrt uns, daß die Anziehung der Sonne in so weite Räume hinaus wirkt; denn nur diese Anziehung ist es, welche seinen merkwürdigen Lauf verursacht, und die andern Fixsterne sind so entfernt von uns, daß voraussichtlich selbst nach achttausend Jahren keiner ihm so nahe kommen wird, daß er sehr wesentlich seine Bahn ändert.

Vielleicht fällt einigen unserer Leser die Frage ein, wie es wohl möglich sei, daß ein Komet, der von 17 000 Millionen Meilen Entfernung zur Sonne herangezogen wird, noch imstande ist, wenn er bis auf 30 000 Meilen ihr nahe gekommen ist, sich wieder von ihr zu entfernen? Diese Frage, die überhaupt auf die Bewegungen aller Himmelskörper angewendet werden kann, die sich nicht in vollkommenen Kreisen um die Sonne bewegen, ist wissenschaftlich vollständig gelöst, und wir wollen die Beantwortung derselben hier bei dieser Gelegenheit beiläufig in möglichster Kürze geben. Die Antwort ist folgende:

Die Sonne, wenn sie den Kometen zu sich heranzieht, der ursprünglich nicht in ganz gerader Richtung zu ihr läuft, kann seinen Lauf niemals in eine gerade Linie umwandeln. Die Anziehungskraft beschleunigt nun zwar den Lauf des Kometen, jemehr er sich der Sonne nähert; aber gerade diese Beschleunigung bewirkt, daß er an der Sonne in einer sehr krummen Linie vorüberläuft. Weil er nun einmal in sehr heftigem Lauf ist, so eilt er wieder von der Sonnen-Nähe fort; und weil die Sonne ihn fortwährend dabei zurückzieht, wird auch wirklich sein Lauf immer langsamer und langsamer, bis er nach vielen Jahren endlich so langsam wird, daß er genötigt ist, der Sonnenanziehung nachzugeben, und in einer ganz gleich stark gekrümmten Linie umzubiegen, und von seiner Sonnen-Ferne ab in einem immer schneller werdenden Lauf wieder zur Sonnen-Nähe zu eilen.

Alle Himmelskörper, deren Rundlauf sehr in die Länge gezogen ist, — oder wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, deren Ellipse eine große Excentrizität hat — gehen in der That von der Sonnen-Nähe zur Sonnen-Ferne immer langsamer und langsamer, bis sie in der größten Entfernung außerordentlich langsam gehen, dafür aber wandern sie ihren Rückweg in ganz gleichem Maße immer schneller, bis sie in der Sonnen-Nähe ihren schnellsten Lauf haben, der es — wie gesagt — bewirkt, daß sie an der Sonne vorbeikommen und sich von ihr wieder entfernen können.

Am Kometen vom Jahre 1680 ist dieser Unterschied des Laufes ungeheuer groß. In der Sonnen-Nähe läuft er in jeder Sekunde an 53 Meilen, das heißt dreizehnmal schneller als die Erde in ihrem Rundlauf. In der Sonnen-Ferne dagegen geht er in einer Sekunde nur etwa 3 Meter weit, und das ist 9600 mal langsamer als die Erde, und nur noch einmal so schnell als ein rascher Fußgänger.

Erwägt man diese Umstände, so wird es klar, daß man

nicht die geringste Ähnlichkeit zwischen einem solchen Kometen und irgend einem Planeten auffinden kann.

Welche Veränderungen gehen in einem solchen Himmelskörper vor, wenn er den Raum bald mit einer solchen Heftigkeit, bald mit solcher Langsamkeit durcheilt? Welche bei einer Sonnen-Nähe, wo er 25 000 Mal mehr Licht und Wärme von der Sonne erhält als wir und bei einer Sonnen-Ferne, wo er an 700 000 Mal schwächer erwärmt und beleuchtet wird von der Sonne? Ist die Ausdehnung seines Schweifes, der an 10 Millionen Meilen lang war, nur eine Folge des schnellen Laufes und der starken Erleuchtung und Erwärmung, und zieht er sich in der Sonnen-Ferne wieder in Kugelform zusammen? oder ist es anders?

Wir wissen dies nicht zu beantworten. Wir wissen nur, daß er, nachdem er am 17. Dezember 1680 in der Sonnen-Nähe war, wo er nach unsern Begriffen längst hätte verbrannt sein müssen, unversehrt, ja unverändert wieder erschien und bis zum 18. März 1681 sichtbar blieb, von welcher Zeit ab er in die fernen Räume verschwand, um in sehr fernen, fernen Zeiten wieder einmal vor den Augen einer wahrscheinlich sehr veränderten Menschheit zu erscheinen!

XXXVIII. Kometen aus den Jahren 1729 bis 1759.

Im Jahre 1729 erschien ein Komet, der mit bloßem Auge nicht sichtbar war und auch im Fernrohr in seiner Erscheinung nichts Besonderes zeigte, der aber dadurch merkwürdig ist, daß er in außerordentlich weiter Entfernung von der Erde noch gesehen wurde. Spätere, genauere Rechnungen haben gezeigt,

daß er noch gesehen wurde, als er bereis 90 Millionen Meilen von der Erde entfernt war. Da dies bei keinem sonstigen, selbst dem größten aller Kometen nicht der Fall war, so muß man annehmen, daß der Komet von 1729 alle gesehenen an Größe übertroffen habe. Aber auch von der Sonne bleibt dieser Komet selbst im Moment der Sonnen-Nähe bei weitem entfernter als alle anderen Kometen. Er blieb von der Sonne an 84 Millionen Meilen fern, so daß er in seiner Sonnen-Nähe noch weiter von dieser absteht als die kleinen Kometen in ihrer Sonnen-Ferne. — Eine Wiederkehr dieses Planeten konnte nicht durch Rechnung nachgewiesen werden, gleichwohl ist der Ort am Himmel durch Rechnung bezeichnet worden, wo er, falls er wiederkehrt, sichtbar sein wird. Sollte er einmal nach vielen Jahrtausenden wieder erscheinen, so wird die Nachwelt, die ihn sehen wird, reichhaltigen Stoff haben, um seine Bahn in ganz ungeheuren Weiten besser zu ermitteln.

Im Jahre 1744 erschien ein Komet, der für die Berechnung keine günstigen Aussichten zuließ, der aber in seiner Erscheinung viel Auffallendes hatte, das über die Beschaffenheit der Kometen lehrreich ist. Er war so prachtvoll und glänzend, daß er selbst am Tage gesehen werden konnte, wenn man das Auge vor den Strahlen der Sonne schützte. An seinem glänzenden Kern bemerkten mehrere Beobachter eine Drehung. Ein deutscher Astronom, Heinsius, der ein vortreffliches Fernrohr besaß, fand bei seinen sorgfältigen Beobachtungen dieses Kometen, daß er nach der Richtung zur Sonne hin Strahlen aussandte, die sich fächerartig auseinander breiteten, während sonst der Schweif des Kometen immer abgewandt von der Sonne zu sein pflegt (Fig. 34). Bei seiner größeren Nähe zur Sonne strömten Lichtbüschel wie ein Federbusch aus dem Kometen hervor, und diese wuchsen an und legten sich derart um, daß sie nach und nach den Schweif des Kometen bildeten. Merkwürdig ist hierbei, daß schon Heinsius von einer

Art hin und herschwingender, zur Sonne gewandter Lichtbüschel spricht, von einem Pendeln derselben, das erst von Bessel wieder gesehen, und sehr genau in seinen Beobachtungen über den Halleyschen Kometen beschrieben worden ist, als dieser im Jahre 1835 wiederkehrte.

Dieser, der Halley'sche Komet, machte auch das Jahr 1759 zu einem für die Astronomie wichtigen. Wie wir bereits erzählt haben, hatte Halley einen Kometen des Jahres 1682 als einen Himmelskörper erkannt, der von der Sonne in einem Umlauf von einigen siebzig Jahren herumgeführt wird. Er berechnete dessen Lauf und verkündete kühn, daß derselbe Komet im Jahre 1759 wieder erscheinen werde, eine Vorherverkündigung, die zwar von den Astronomen als vollkommen berechtigt angesehen, die aber von Tausenden als ein kühnes Märchen betrachtet wurde. Wäre nur der Lauf des Kometen allein hierbei in Rechnung zu ziehen gewesen, so würde ihm die Vorhersagung sicherer und leichter geworden sein; allein der Komet wird in seinem Lauf auch noch von den Planeten angezogen und so in seiner Bahn abgelenkt. Man nennt diese Ablenkung eine „Störung" der Bahn, und die Berechnung dieser Störungen

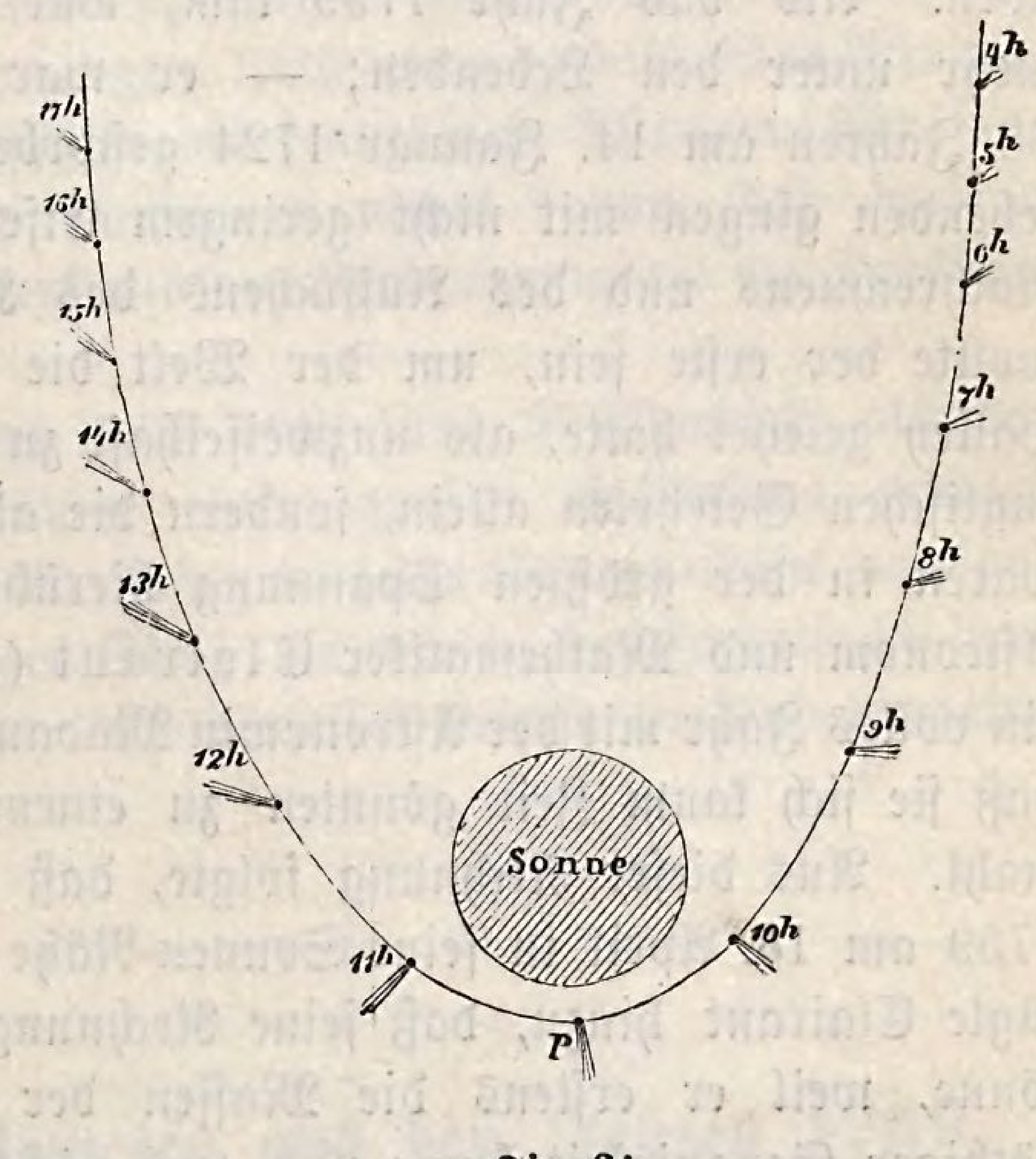


Fig. 34.

gehört zu den verwickeltsten und schwierigsten in der Aronomie. Zudem waren zu Halley's Zeiten die Planeten Uranus und Neptun noch nicht entdeckt, weshalb die Berechnung natürlich noch unsicherer hat ausfallen müssen. Gleichwohl hatte Halley schon vorhergesagt, daß der nach ihm benannte Komet bei seiner nächsten Erscheinung sich um ein Jahr verspäten werde, wegen der Störungen, die Jupiter und Saturn auf ihn ausüben. Als das Jahr 1759 kam, war Halley bereits nicht mehr unter den Lebenden; — er war in dem Alter von 68 Jahren am 14. Januar 1724 gestorben — aber die Überlebenden gingen mit nicht geringem Eifer an die Arbeit des Nachrechnens und des Aufsuchens des Kometen, denn jeder wollte der erste sein, um der Welt die große Wahrheit, die Halley gelehrt hatte, als unzweifelhaft zu verkünden. Nicht die englischen Gelehrten allein, sondern die aller gebildeten Völker waren in der größten Spannung hierüber. Der französische Astronom und Mathematiker Clairaut (1713—1765) rechnete ein volles Jahr mit der Astronomin Madame Lepaute so eifrig, daß sie sich kaum Zeit gönnten zu einem einfachen Mittagsmahl. Aus dieser Rechnung folgte, daß der Komet im Jahr 1759 am 13. April in seine Sonnen-Nähe kommen werde, doch fügte Clairaut hinzu, daß seine Rechnung nur obenhin gelten könne, weil er erstens die Massen der Planeten nicht mit nöthiger Genauigkeit kenne und auch nicht wisse, ob nicht noch unbekannte Planeten hinter Saturn vorhanden seien, die ihm einen Strich durch die Rechnung machen könnten. Er verkündete demnach, daß er bis auf einen Monat früher oder später in seiner Rechnung unsicher sei.

Da man mehrere Monate vor dem Moment der Sonnen-Nähe des Kometen ihn sehen zu können hoffen durfte, so machte alles, was nur eines Fernrohrs habhaft werden konnte, Jagd am Himmel. — Und wer war es, der zuerst den mit so großer Spannung erwarteten Gast entdeckte? — Es war ein wohl-

habender und in der Astronomie nicht unerfahrener Bauer, namens Palitzsch, in einem Dörfchen bei Dresden, der ein gutes Fernrohr besaß und der den Kometen am Weihnachtsabend, am 25. Dezember 1758, als einen neblichen Stern wirklich entdeckte. — Hätte es damals elektrische Telegraphen nach jetziger Einrichtung gegeben, so wäre diese Entdeckung noch in derselben Nacht auf allen Sternwarten Europas bekannt gewesen, und alle Fernröhre hätten den Gast begrüßt. Allein von etwas Derartigem hatte man damals keine Ahnung, ja, als vier Wochen später der französische Astronom Messier den Kometen auffand, wußte er nichts davon, daß derselbe bereits lange der Gegenstand der Beobachtung auf der Dresdner Sternwarte war.

So hat denn das Jahr 1759 eine Berühmtheit als das Jahr der Bewahrheitung einer großen Entdeckung erlangt. Der Komet kam am 13. März in seine Sonnen-Nähe und gab zu vielen Beobachtungen Stoff, die wir in der Hauptsache beim Jahre 1835 mitteilen, wo derselbe Komet verkündetermaßen wieder erschien.

XXXIX. Kometen aus den Jahren 1769 und 1770.

Ende des Jahres 1769 erschien ein großer Komet, der in seinem Äußern viel darbot, was besondere Erwähnung verdient. Er zeigte einen prachtvollen Schweif, der namentlich in heißen Ländern, wo die Luft klar und rein ist, in außerordentlicher Länge gesehen wurde. Mehrere vorzügliche Beobachter behaupten, daß der Schweif bei günstiger Luft über den halben Himmel sichtbar war. Andere machen die Bemerkung,

daß sie wahrgenommen, wie der Schweif zuweilen kleiner war, aber wie er durch einen Schuß oder eine Lichtströmung sich augenblicklich zu ungeheurer Länge ausdehnte. Obwohl es nun feststeht, daß in den Kometen Dinge vorgehen, die wir nicht mit gewöhnlichen Erscheinungen unserer Erde vergleichen können, und es also möglich ist, daß wirklich die Schweife der Kometen sich mit augenblicklicher Schnelligkeit verlängern und verkürzen, so ist es doch wahrscheinlich, daß jene Beobachtungen auf Täuschungen beruhen und die ungeheueren Verkürzungen und Verlängerungen des Schweifes des Kometen vom Jahre 1769 nur scheinbar waren und von plötzlichen Aufheiterungen und Trübungen der Luft herrührten, die unsere Erde umgiebt.

Sicherer als diese Beobachtungen ist die Wahrnehmung verbürgt, daß der Schweif nicht gerade und von der Sonne abgewandt war, wie dies bei den meisten Kometen der Fall ist, sondern gekrümmt oder richtiger geschlängelt war, und zwar so, daß der Schweif fast die Form eines lateinischen S bildete. Wenn sich in demselben jenes Aufflammen und Verlängern zeigte, das wir bereits erwähnt haben, so sah der Schweif wie eine schlängelnde Flamme aus, die von Luftströmungen mehrfach gebogen wird.

Der Weg, den der Komet am Himmelsraum machte, ist genau notiert worden, und achtzehn Astronomen gingen an die Arbeit, die wahre Bahn desselben zu berechnen. Mit Sicherheit hat dieselbe nicht festgestellt werden können, doch giebt man der Berechnung Bessels den Vorzug, laut welcher der Komet eine Umlaufszeit von 2090 Jahren hat.

Ein Jahr darauf, also 1770, wurde ein Komet gesehen, der äußerlich nicht bedeutend war, aber in seinem Lauf ein Rätsel darbot, das den Astronomen nicht wenig den Kopf warm machte. Die Lösung dieses Rätsels gelang aber vollkommen und brachte einen so merkwürdigen Aufschluß über Dinge, die in ungesehenen Fernen des Himmels vorgehen, daß

man Ursache hat, stolz auf die Wissenschaft zu sein, die dergleichen zu entdecken vermag.

Der Komet war nämlich in seinem Lauf sehr genau beobachtet worden, und nach sorgfältigen Berechnungen ergab es sich, daß er die unerwartet kurze Umlaufszeit von fünf Jahren und sieben Monaten habe. — Allein dies Resultat war höchst rätselhaft. Ist es möglich, daß ein so deutlich erscheinender Komet, der alle fünf Jahre in die Sonnen-Nähe kommt, nicht früher gesehen worden sein sollte? — Noch rätselhafter jedoch war es, daß er nunmehr wiederum unsichtbar wurde und weder im Jahre 1776 noch später im Jahre 1781 zur berechneten Zeit eintraf. — Es blieb nichts übrig, als sowohl die Beobachtungen wie die Berechnungen nochmals vorzunehmen, zu korrigieren und zu revidieren; allein es führte zu nichts. Die Bahn blieb dieselbe, die Rechnungen stimmten überein, und doch mußte irgendwo ein Fehler vorhanden sein, oder man mußte annehmen, daß man einen nicht nur neugeborenen Kometen gesehen, der seinen ersten Umlauf machte, sondern auch seinen Tod erlebt habe, denn er kam nicht und kam nicht wieder. Sollte er wirklich neu entstanden sein, um ein einziges Mal seine Reise um die Sonne zu machen und sich dann wieder in Wohlgefallen aufzulösen?

Wer weiß, welche Theorien spekulierende Köpfe hierüber ans Tageslicht gebracht haben würden, wenn nicht die sehr praktisch rechnenden Astronomen dies Rätsel durch eine höchst interessante Lösung vollständig erklärt hätten.

Die Astronomen, die nicht wußten, wo dieser Komet geblieben sein konnte, fingen an rückwärts zu rechnen, um zu sehen, wo er denn vor seinem Erscheinen hergekommen sein möge, und da fand sich denn Folgendes:

Ursprünglich hatte dieser Komet eine ganz andere Bahn als die, welche er im Jahre 1770 zeigte; allein als er auf dem Wege zur Sonnen-Nähe war, ging er im Jahre 1767

sehr nahe am Planeten Jupiter vorbei, und die Anziehung Jupiters änderte seine Bahn derartig, daß er eine ganz neue bekam und wirklich in dieser den beobachteten Umlauf von fünf Jahren und sieben Monaten erhielt. In dieser ganz neuen Bahn verblieb er auch und machte noch einmal seinen Rundlauf. Er kam hierbei in der That im März 1776 wieder in die Sonnen-Nähe und wurde nur nicht gesehen, weil die Erde gerade damals an 40 Millionen Meilen von ihm entfernt war und außerdem die Sonne zwischen der Erde und dem Kometen stand. Von seiner Sonnen-Nähe ging er auch wieder zurück in seine Sonnen-Ferne und traf hier nach neuen fünf Jahren und sieben Monaten, also nach mehr als elf Jahren nahe an der Stelle ein, wo ihm Jupiter einen solchen Streich gespielt hatte. Nun aber beträgt die Umlaufszeit Jupiters auch elf Jahre und zehn Monate; während der Komet seit der verhängnisvollen Begegnung zweimal um die Sonne gelaufen war, hatte also Jupiter nahezu einmal seinen Umlauf vollendet und — sonderbares Schicksal! — die beiden Himmelskörper, die sich schon einmal begrüßt hatten, kamen als gute Bekannte wieder zusammen. Am 23. August 1779 befand sich der unglückliche Komet in so großer Nähe Jupiters, daß er vierundzwanzigmal stärker von diesem angezogen wurde als von der Sonne. Der Komet ging zwischen Jupiter und seinen vier Monden durch, und diese Anziehung lenkte ihn nun wiederum von der neuen Bahn ab und gab ihm einen so merkwürdigen Laufpaß durch den Himmelsraum, daß er stets der Erde fern bleiben und niemals — wenigstens nicht mit den jetzigen Fernröhren von der Menschheit wiedergesehen werden wird. Er trägt daher in der Astronomie den Namen des „verlorenen Kometen".

Dies ist das merkwürdigste Beispiel der Störung der Bahn eines Kometen, in welcher zugleich das schöne Zeugnis des Scharfsinnes der Wissenschaft und die wichtige Lehre liegt,

daß Kometen durchaus keine Störung im Lauf der Planeten verursachen; denn Jupiter und seine Monde haben auch nicht die leiseste Spur einer Veränderung durch dieses zweimalige Begegnen davongetragen.

XL. Kometen aus den Jahren 1807 bis 1811.

Im laufenden Jahrhundert sind mehrere größere und viele kleinere Kometen erschienen, und es liegen die Beobachtungen und Berechnungen derselben außerordentlich zahlreich vor; denn nicht nur wurde mit Beginn dieses Jahrhunderts die Beobachtung viel schärfer und genauer, sondern auch die Art zu rechnen, wurde durch große Mathematiker immer mehr erleichtert.

Zu den besonders für unsern Zweck erwähnenswerten gehört der Komet vom Jahre 1807, der an Glanz zu den seltensten dieser Himmelskörper gezählt werden muß. Der Kern dieses Kometen war lebhaft leuchtend und scharf begrenzt. Er war von einer mattern Lichthülle umgeben, und von dieser lief ein Doppelschweif aus, der sich in zwei Äste teilte, zwischen welchen ein dunkler Zwischenraum frei blieb. Dabei war einer der Äste stark umgebogen, und zwar so, als wollte das eine Ende des Zweiges wieder nach vorwärts eilen. Eine gute Erklärung solcher Erscheinungen ist bis jetzt noch nicht gegeben worden; aber es scheint sich immer mehr und mehr das Material zu einer treffenden Erklärung anzusammeln, und wir dürfen die Vermutung aussprechen, daß es nicht mehr lange Zeit währen wird, bis eine solche gefunden ist.

Der Lauf des Kometen von 1807 wurde von Bessel berechnet, hiernach hat er einen Umlauf von fünfzehn- bis sieb-

zehnhundert Jahren, je nachdem die Störungen der Planeten seinen Lauf beschleunigen oder verlangsamen, was von der Stellung abhängt, in welcher sich die Planeten gerade zu der Zeit befinden, wo der Komet ihr Bereich durchwandert.

Im Jahre 1811 erschien ein Komet, der sich durch sein Licht, wie durch seinen überaus großen Schweif auszeichnete, der aber dadurch am wichtigsten ist, daß er am längsten von allen Kometen, die bisher erschienen sind, beobachtet werden konnte. Er wurde zuerst am 26. März 1811 und zum letzten Mal am 17. August 1812 gesehen, so daß zwischen seinem Erscheinen und Verschwinden 511 Tage liegen, während oft Kometen nur wenig Tage sichtbar bleiben.

Als er entdeckt wurde, war er auf dem Wege zu seiner Sonnen-Nähe, also zur Sonne. Natürlich wurde er, als er sich dieser näherte, im Glanze des Sonnenlichts unsichtbar; allein Bessel sprach die Vermutung aus, daß man ihn trotz seiner nun eintretenden Entfernung nach dieser Unterbrechung noch werde sehen können, und wirklich fand dies statt, so daß man ihn durch das Fernrohr weit hinaus auf seiner Reise zu begleiten vermochte. Da außerordentlich reichhaltige und genaue Messungen vorlagen, war der höchst verdienstvolle Astronom Argelander imstande, seine Bahn zu berechnen, und er fand, daß der Komet in 3069 Jahren einmal um die Sonne läuft, so daß er im Jahre 4880 wiederum sichtbar sein würde. Allein die Störungen der Planeten werden seinen Lauf um 177 Jahre beschleunigen, so daß er schon im Jahre 4703 wieder erscheinen wird.

Diese Rechnung ist nur um einige vierzig Jahre unsicher und bedarf jetzt, nach Entdeckung des Neptun, noch einer Durchsicht, um auch dessen Einfluß genau angeben zu können.

Der Komet von 1811 entfernt sich so weit von der Sonne, daß er im Jahre 3346 an 8700 Millionen Meilen von ihr abstehen wird, um sich dann wieder auf die Rückreise zu be-

geben. Wir haben es bereits beim Kometen vom Jahre 1680 erwähnt, daß dieser, der noch einmal so weit ab von der Sonne seine fernste Station hat, einmal bei seiner Wiederkehr nach 8000 Jahren die Menschheit belehren wird über die Störungen, welche die Fixsterne auf seinen Lauf ausgeübt haben. Wem diese Zeit zu lange währt, der kann sich durch den Kometen von 1811 beruhigen, denn dieser wird in seiner Sonnen-Ferne einem sehr bedeutenden Fixstern, dem hellen Stern, der in der Mitte des Sommers zwischen 10 und 11 Uhr abends fast über unserm Scheitel glänzt, dem Stern erster Größe „Wega“ im Sternbild der Leyer näher kommen als irgend sonst ein bekannter Himmelskörper, und wenn der Komet dann im Jahre 4700 wieder erscheint, wird er vielleicht der besser unterrichteten Menschheit die Frage, welchen Einfluß die Fixsterne auf den Lauf der Kometen ausüben, um einen großen Posttag schneller beantworten als der Komet von 1680, auf den man 8000 Jahre warten muß.

Wir sagen, daß der Komet von 1811 dem Stern „Wega“ näher kommen wird, als ein anderer bekannter Himmelskörper, und das ist auch richtig; allein einen allzunahen Besuch darf man sich hierunter doch nicht vorstellen. Denn wenn auch der Komet im Jahre 3646 in seiner Sonnen-Ferne auf der geraden Linie zwischen Sonne und Wega zu stehen käme, so bleibt sein Weg zu Wega doch immer noch 1800mal weiter als der zur Sonne, weshalb „Wega“ auf den Kometen nur aus sehr unschädlicher Ferne wird von Einfluß sein können, ohne ihn etwa unserer Sonne abspenstig zu machen.

Also schon nach 3000 Jahren wird die Menschheit, wenn sie auch in der Wissenschaft nicht fortschreitet, bloß mit unseren Kenntnissen ausgerüstet, Gelegenheit haben, etwas Näheres über die Fixsterne zu erfahren. Allein wird sie dieser Hilfsmittel bedürfen? Wir glauben's nicht; denn die Menschheit schreitet geistig fort und wird sicherlich dereinst lächeln über die gering-

fügigen Mittel, deren wir uns noch bedienen müssen, um hinter Geheimnisse der Natur zu kommen.

XLI. Was im Halley'schen Kometen im Jahre 1835 vorging.

Der im Jahre 1835 wiederkehrende, von Halley berechnete Komet (vgl. S. 160) wurde schon durch Fernrohre am 5. August, als er von der Sonne noch sehr weit ab stand, gesehen; aber so schwach, daß der eintretende Mondschein ihn bis zum 22. August wieder unsichtbar machte. Während er von nun ab durch den Monat September genauer gesehen werden konnte, nahm man doch noch keine wesentliche Veränderung an ihm wahr, vielmehr erklärte Bessel, daß er bis zum 1. Oktober den Kometen nur als einen immer heller werdenden Nebel sah, der an einer Stelle kernartig verdichtet erschien.

„Erst den 2. Oktober“, fährt Bessel fort, „kann man als den Anfang einer neuen Periode im Ansehen des Kometen bezeichnen, denn von diesem Tage an entwickelte er eine Reihenfolge von Erscheinungen, welche zu den lehrreichsten gehören, die sich über die Beschaffenheit der Weltkörper dargeboten haben.

„Der erste Anblick des Kometen an diesem Tage war überraschend; sein Mittelpunkt wurde so hell glänzend, als ob er einen Stern sechster Größe in sich hätte. Doch schien es nur so in schwächeren Fernrohren betrachtet; wenn man eine hundertmalige Vergrößerung anwandte, so sah man die Vermehrung der Helligkeit; erkannte aber zugleich, daß die Beschaffenheit des Kernes sich keineswegs sonst verändert habe

oder irgendwie sich zu einer festen, planetenartigen Masse ausgebildet.“ — Nach diesen Versicherungen Bessel's, die für die ganze Dauer des Kometen gelten, hat man stets unter Kern nur eine dichtere und hellere Partie des Kometen zu verstehen und muß jeden Gedanken an eine feste Masse in Kometen völlig aufgeben.

„Die zunehmende Helligkeit“, — fährt nun Bessel fort, — „war nicht das einzig Bemerkenswerte, das der Komet zu zeigen anfing, sondern er begann an diesem Tage eine Ausströmung von Lichtmaterie zu zeigen, die auffallender war. Die Ausströmung ging fächerartig vom Kern aus und war an diesem Tage so ziemlich zur Sonne hin gerichtet“ — Bessel hat diese Ausströmung gemessen und sie durch Zeichnungen deutlich gemacht. Man bemerkt an diesen, daß die ganze Erscheinung des Ausströmens innerhalb der Nebelhülle stattfand, die den Kometen-Kern umgab, und wird sich ein nahe richtiges Bild davon machen, wenn man sich den Kern des Kometen in einer Hülle von vierzigmal stärkerem Halbmesser als den Kern denkt, die Ausströmung aber vom Kern ausgehend sich vorstellt, und zwar so, daß sie nicht viel über die Mitte des Nebels emporragt.

War nun die rätselhafte Ausströmung am 2. Oktober fast genau zur Sonne hin gerichtet, so ergab die nächste sternenhelle Nacht am 8. Oktober, die zur Beobachtung günstig war, daß in der Ausströmung inzwischen eine Veränderung vor sich gegangen war. Sie sah nicht mehr breit und fächerartig aus, sondern hatte mehr die Gestalt einer Rakete, die lang und schmal auffliegende Flammenströme aussendet. Die Zeichnung, die Bessel hiervon giebt, sieht sich an, als ob innerhalb eines kugelartigen Nebels ein Kometen-Kern liegt, der einen Schweif von immer schwächer werdenden Flammen fast bis zum Rand des Nebels sendet. Aber auch hier ist es nicht das Ansehen, das so merkwürdig ist, sondern der Umstand, daß diese Aus-

strömung, die am 2. Oktober zur Sonne hin gerichtet war, jetzt sich links abgeneigt hat, als wollte sie sich von der Richtung zur Sonne entfernen.

Erst die Nacht vom 12. Oktober gab dem Beobachter Gelegenheit, die merkwürdige Erscheinung deutlicher zu sehen, denn diese Nacht war klar und gestattete, den Kometen von Sonnenuntergang bis zum Sonnenaufgang zu betrachten und zu messen. Nebelhülle und Kern schienen wieder unverändert; allein die Ausströmung war noch entschiedener geworden und nahm sich wie ein auf seiner Spitze stehender Lichtkegel aus. Das Merkwürdigste war aber, daß die Richtung der Ausströmung in dieser einen Nacht sich fortschreitend, und zwar nach links von der Sonne abwendete, und wie die Messung ergab, nahm dieses Abwenden von der Sonne in der einen Nacht so zu, daß die Neigung der Ausströmung um 3 Uhr morgens dreimal größer war, als am Anfang der Nacht. Wissenschaftlich bezeichnet man dies deutlicher durch die Angabe Bessels, daß die Ausströmungs-Richtung mit der Richtung zur Sonne im Anfang der Nacht einen Winkel von 19 Grad bildete, des Morgens aber dieser Winkel bis auf 55 Grad angewachsen war.

Am darauf folgenden Abend zeigte sich eine unerwartete Erscheinung. Die Ausströmung war verschwunden, und statt ihrer sah man eine große Masse ausgeströmter Lichtmaterie links vom Kern des Kometen. Bessel fand hierin die Andeutung, daß die Ausströmung nunmehr, wo sie sich von der Sonne abgewendet, ihre Kraft verloren habe. Da diese Nacht bald wolkig wurde, konnte die Beobachtung nicht fortgesetzt werden.

Am 14. Oktober heiterte sich das Wetter eine Viertelstunde lang auf. Die Ausströmung war wieder da, und sogar prachtvoller noch als am 12ten. Aber sie hatte wieder die Richtung verändert. Sie hatte sich vom 8. zum 12. nach links gewendet; jetzt am 14. war sie zurückgekehrt, also rechts ge-

gangen, und befand sich wieder ziemlich in gerader Richtung zur Sonne. Nach Bessels Messung betrug die Ausströmung in ihrer Höhe nahe an 800 Meilen.

In der darauf folgenden Nacht konnte der Komet wiederum gesehen werden. Er zeigte nunmehr die Erscheinung, die Bessel erwartet hatte; die Ausströmung war weiter nach rechts gegangen und hatte sich wieder nach dieser Seite hin beträchtlich von der Sonne abgewendet; aber sie schien auch hier wieder ihre Kraft zu verlieren, so daß Bessel den Schluß zog, daß die Ausströmung von der Sonne begünstigt werde, daß aber in der Kometenmasse eine „Polarität" stattfinde, die es veranlaßt, daß die Ausströmung wie eine Magnetnadel oder wie ein Pendel hin und herschwingt.

Weitere Beobachtungen haben dies bestätigt; aber im Verlauf der ganzen Erscheinung des Kometen zeigte dieses Ausströmen die merkwürdigsten Veränderungen. Die ausgeströmte Lichtmaterie fing an weit und langgedehnt zu werden und springbrunnenartig nach beiden Seiten überzufließen, bald bildete sich aus ihr der Schweif, der wie ein wallender Federbusch hinter dem Kometen herzog, und die Erscheinung desselben auch für die Nicht-Astronomen auffallend genug machte.

Daß in den Kometen etwas Besonderes hierbei vorgehen muß, was man mit der Einwirkung des Lichtes oder der Wärme allein nicht erklären kann, das steht fest. — Was ist es aber?

Die Wissenschaft weiß hierauf noch keine genügende Antwort zu geben.

XLII. Die Kometen von 1843 und 1858.

Zu der Zahl der Kometen, die von glücklichen Entdeckern aufgefunden worden, kamen aber auch einige vor, die mit

bloßem Auge sichtbar waren, und solch einer war der erste Komet vom Jahre 1843, der am 28. Februar am hellen Tage an vielen Orten gleichzeitig entdeckt wurde. In Italien beobachtete man ihn am Mittag und fand, daß der Komet so nahe an der Sonne stand, daß nur etwa drei Sonnenkugeln in dem scheinbaren Zwischenraum Platz hätten. In Mexiko sah man ihn um 11 Uhr mittags nahe bei der Sonne mit einem nach Süden hin gerichteten Schweif. Ein Gleiches war an einzelnen andren Orten der Fall, die südlich liegen, während bei uns im Norden der Komet erst später im März sichtbar ward, als er sich bereits von der Sonne entfernt und an Glanz verloren hatte; und es war auch von ihm nur der beträchtliche Schweif nach Sonnenuntergang sichtbar, während sein Kopf schon untergegangen war. — Zu Anfang April verschwand er vollständig, und konnte selbst durch Fernrohre nicht mehr gesehen werden.

Der außerordentliche Glanz dieses Kometen, der ihn am hellen, lichten Mittag neben der Sonne sichtbar machte, die Nähe zur Sonne, die ungeheure Geschwindigkeit seines Laufes, die kurze Zeit seiner Erscheinung, die Größe seines Schweifes und sein fast plötzliches, spurloses Verschwinden, all das hat die Astronomen nicht wenig beschäftigt, ohne jedoch zu einem sichern Resultat zu führen. Es steht nur soviel fest, daß der Komet in seiner Sonnen-Nähe der Sonnen-Oberfläche noch näher gekommen sein muß, als der berühmte Komet von 1680. Ja, nach einigen Berechnungen mußte der Komet fast an die Sonnenoberfläche angestreift haben; aber jedenfalls ging er mit so rasender Geschwindigkeit in dieser gefährlichen Nachbarschaft, daß die Anziehung der Sonne ihn nicht festhalten konnte; nach ungefährer Schätzung muß er im Moment der Sonnen-Nähe in einer einzigen Sekunde an 150 Meilen gelaufen sein.

Über die Bahn dieses Kometen ist jedoch die Unsicherheit so groß, und die Unsicherheit rührt daher, daß das ungemein

kleine Stück dieser jedenfalls sehr in die Länge gezogenen Bahn, welches man zu beobachten Gelegenheit hatte, viel zu geringfügig ist, um feste Berechnungen darauf zu gründen. — In allen solchen Fällen weiß die Wissenschaft sich dadurch Rat zu schaffen, daß sie der besser unterrichteten Zukunft vorarbeitet, und mit möglichster Genauigkeit die Erscheinungen registriert, damit man in spätern Zeiten, wenn solch ein Bursche wiederkommt, ihn sofort an seinem Signalement erkenne und mit größerer Sicherheit wisse, wo er sich zeither im Weltraum herumgetrieben. Es sind zu diesem Zweck Listen angelegt, die man Kometenverzeichnisse nennt, wo das Signalement und die Personal-Beschreibung nebst besonderen Kennzeichen und Bemerkungen mit mehr als polizeilicher Genauigkeit angegeben sind, und die bewaffneten Augen der beobachtenden Astronomen wie die feine Spürkunst ihrer rechnenden Gehülfen werden — unterstützt von solchen gut geführten Verzeichnissen aller vagabondierenden Kometen, deren man habhaft wird — schon einmal ihre guten Dienste leisten.

Schließlich wollen wir noch unsere Leser an den großen Kometen von 1858 erinnern, der nach seinem Entdecker der Donatische Komet heißt. Er war im November besonders prachtvoll und wurde in Chili noch am 1. März 1859 gesehen. Nach den bis jetzt angestellten Berechnungen hat er eine Umlaufszeit von 6143 Jahren und war nicht der von den Astronomen Hind und Bome angekündigte, welcher im Jahre 1556 als großer Komet sichtbar gewesen.

XLIII. Die Kometen von 1880 und 1882.

Unter den vielen in neuerer Zeit beobachteten Kometen sind diejenigen von 1880 und 1882 hervorzuheben, die beide

auf der südlichen Himmelskugel erschienen und zu den großen Kometen gehören. Der erstere tauchte zuerst am 31. Januar oder 1. Februar auf und hat ein besonderes Interesse, weil seine äußere Erscheinung sowohl als auch seine Bahn die größte Ähnlichkeit mit der des Kometen von 1843 zeigt, so daß manche Astronomen beide für identisch halten. Danach müßte die Umlaufszeit desselben entweder viel zu hoch angegeben — nämlich 533 Jahre — oder aus irgend welchen Ursachen sehr bedeutend, auf 37 Jahre, verkürzt worden sein.

Auch der Komet von 1882, der zuerst anfangs September und gegen Ende des Monats auch auf der nördlichen Halbkugel gesehen wurde und eine äußerst glänzende Erscheinung darbot, zeigte in seiner Bahn große Ähnlichkeit mit der der eben genannten, wogegen die äußere Erscheinung eine beträchtliche Verschiedenheit aufwies. So entschwanden die Kometen von 1843 und 1880 bald nach ihrem Periheldurchgange unseren Blicken, während der Komet von 1882 noch im Februar des Jahres 1883 mit bloßem Auge wahrgenommen werden konnte. Seine Bahnlage hätte eine noch längere Beobachtung mit freiem Auge ermöglicht, wenn nicht seine, im Gegensatz zu den beiden früheren Kometen, deren Licht rasch abnahm, allmählich abnehmende Lichtstärke schließlich zu gering gewesen wäre.

Dieser Komet ist ferner für unsere Kenntnis von der chemischen Zusammensetzung dieser Weltkörper äußerst merkwürdig. Während er nämlich anfangs das gewöhnliche, aus Banden bestehende Kometenspektrum, das mit dem der Kohlenwasserstoffe identisch ist, zeigte, änderte sich dasselbe mit der Annäherung an das Perihel (Sonnennähe) vollständig, indem es fast völlig verschwand und dafür helle Natriumlinien auftraten. Nach dem Periheldurchgange verschwanden letztere allmählich, und das gewöhnliche Bandenspektrum trat wieder hervor und blieb schließlich allein übrig. Dieser Wechsel des Spektrums ist auch deshalb von hohem Interesse, weil er zu dem Schlusse

führt, daß die Lichterscheinungen der Kometen wenigstens zum Teil elektrischen Ursprungs sind. Denn dieselben Erscheinungen nimmt man bei den elektrischen Entladungen in Geißler'schen Röhren, die Gase und Metalle zugleich enthalten, wahr. Bei geringer Entladungsstärke zeigen diese Röhren nur das Gasspektrum, bei stärkerer werden die Metalle zum Verdampfen gebracht, und es überwiegt das Spektrum derselben.

XLIV. Sternschnuppen und Meteore.

Zu den auffallendsten Erscheinungen, welche den Beschauer des nächtlichen Himmels fesseln, gehören unstreitig die sogenannten Sternschnuppen. Die Häufigkeit des Phänomens, sowie das immer wieder überraschende Schauspiel, als breche plötzlich ein Stern aus der Schar der übrigen hervor und schieße mit großer Geschwindigkeit am Firmamente dahin, um nach wenigen Augenblicken wieder zu verschwinden, haben von jeher die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung gelenkt. Es darf uns daher nicht befremden, daß wir dieses schöne Phänomen bereits in den ältesten Dichtungen und Sagen erwähnt finden. So wird beispielsweise schon in der Iliade (IV. 74) die Schnelligkeit, mit welcher die Götter aus ihren himmlischen Höhen auf die Erde niedersteigen, mit der einer Sternschnuppe verglichen. Ebenso vereinigt nicht minder poetisch als schön der nordische Mythus das Geschick des Menschen mit den fallenden Sternen. Werpeja, die Spinnerin, beginnt den Schicksalsfaden des neugeborenen Kindes am Himmel zu spinnen, und jeder Faden endet in einen Stern. Naht nun der Tod des Menschen, so reißt sein Faden, und erbleichend fällt sein Stern zur Erde nieder.

Die scheinbare Größe oder, richtiger gesagt, die Helligkeit der Sternschnuppen ist sehr verschieden. Von den kleinsten, mit freiem Auge eben noch sichtbaren findet man durch jede Größenabstufung heller werdende, bis sie nicht nur Jupiter und Venus, die schönsten Gestirne des Firmamentes, an Glanz überstrahlen, sondern sogar bisweilen eine Leuchtkraft entwickeln, vor der die Sterne erbleichen. Doch pflegt man nur die kleineren Erscheinungen dieser Art „Sternschnuppen“ oder „Meteore“ zu nennen und nach Sterngrößen von der 6. bis zur 1. zu ordnen, während man die helleren Sternschnuppen, von Jupiter- oder Venusgröße angefangen, mit dem Namen „Feuerkugeln“ oder „Boliden“ auszeichnet. Übrigens sind die mit freiem Auge eben noch sichtbaren Sternschnuppen keineswegs die kleinsten, die es giebt. Man bemerkt im Fernrohre häufig auch solche, welche in der Helligkeit eines Sternes 9. bis 10. Größe oder auch eines noch kleineren das Gesichtsfeld durchfliegen.

Die Bahn der Sternschnuppen stellt sich in der Regel als Stück eines größten Kreises dar, was darauf hinweist, daß das von uns gesehene Bahnstück von einer geraden Linie nicht merklich abweicht. Indessen besitzen die Bahnen öfters ziemlich auffällige, zuweilen sogar starke Krümmungen; ebenso kommen hin und wieder auch wellen- oder schlangenartige Bewegungen vor. Alle diese und ähnliche Erscheinungen sind leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß sich die Sternschnuppen in unserer Atmosphäre, also in einem widerstehenden Mittel bewegen, und wenn man die an und für sich sehr wahrscheinliche Annahme macht, daß sie nicht immer genau sphärische Körper seien; denn dann müssen sie bei ihrer Bewegung in unserem Luftkreise unter Umständen alle jene sonderbaren Kurven beschreiben, welche uns beim Bumerang, den Projektilen gezogener Geschütze u. s. w. auffallen.

Die Dauer der Sichtbarkeit der Sternschnuppen ist stets

eine sehr geringe, indem sie meistens bloß Bruchteile einer Sekunde beträgt und 3 bis 4 Sekunden nur ganz ausnahmsweise erreicht oder gar übersteigt. Indessen ist mit dem Verschwinden der eigentlichen Sternschnuppe oder Feuerkugel das Phänomen häufig noch nicht abgeschlossen; es lassen nämlich die helleren Gebilde dieser Art nicht selten eine feurige Spur in Gestalt eines Schweifes zurück, der im allgemeinen wohl bereits wenige Sekunden nach den Meteoren verschwindet, hin und wieder aber auch 1 bis 2 Minuten, ja sogar Viertel- bis halbe Stunden lang sichtbar bleibt. Ein auffallendes Beispiel dieser Art bot die Feuerkugel vom 17. Juni 1873 dar. Sie leuchtete um 8 Uhr 44 Minuten Wiener Zeit in Ungarn südlich von Raab 160 Kilometer über der Erdoberfläche auf, durchflog, über Niederösterreich, Mähren und Böhmen hinwegziehend, eine Strecke von 460 Kilometer innerhalb 4 bis 5 Sekunden und erlosch in der Gegend von Zittau und Herrnhut in einer Höhe von 33 Kilometern. Der blendend weiße, zickzackförmige Schweif dieses keineswegs überaus großen Meteores — es hatte nur etwas über Venusgröße — blieb aber in seinen unteren Partien bis $9^1/_4$ Uhr dem freien Auge sichtbar.

Die Schweife der Sternschnuppen zeigen zuweilen höchst interessante Phänomene. An Farbe gleichen sie in der Regel, aber nicht immer dem Meteore, dem sie ihre Entstehung verdanken. Ihre Formen sind höchst mannigfach, die Ränder meist scharf begrenzt, und der Eindruck, den sie hervorrufen, manchmal derart, als ob sie hohle Cylinder bildeten, die nach innen da, wo die Feuerkugel durchgegangen ist, von leuchtender Materie leer sind. Die Helligkeit der Schweife nimmt gewöhnlich bis zu ihrem Verschwinden allmählich ab; aber es kommt auch vor, daß einzelne ihrer Partien zeitweilig wieder heller aufleuchten. Bleiben dieselben längere Zeit sichtbar, so krümmen sie sich und führen zuweilen noch andere, mit überraschenden Formänderungen verbundene Bewegungen aus, bei

denen die ganze Masse nicht selten zerreißt und dann vereinzelte lichte Flecke bildet, die eine große Ähnlichkeit mit einem der helleren Nebelflecke besitzen. Diesen rätselhaften, bisher wenig beachteten Bildungen hat namentlich der Direktor der Athener Sternwarte, J. F. Schmidt, eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und auch mehrfach mit Glück versucht, sie, nachdem sie dem freien Auge bereits entschwunden waren, noch mit einem lichtstarken Fernrohre von großem Gesichtsfelde (Kometensucher oder Opernglas) weiter zu verfolgen. Seinen Erfahrungen zufolge kann man annehmen, daß ein Schweif, welcher dem freien Auge etwa 5 bis 10 Sekunden sichtbar bleibt, in einem Kometensucher 2 bis 3 Minuten lang gesehen werden kann.

Von den Meteoren erster Größe und den noch helleren hinterläßt in unsern Gegenden etwa die Hälfte, von denen zweiter aber nur noch ein Sechstel und von den kleineren ein noch geringerer Bruchteil Schweife. Dies scheint darauf hinzudeuten, daß die meisten, wenn nicht alle Feuermeteore Schweife nach sich ziehen, die uns aber wegen ihrer Lichtschwäche häufig entgehen. Dieser Schluß wird auch dadurch gestützt, daß Humboldt in der durchsichtigen Atmosphäre der Tropengegenden die Meteore häufiger von langen, glänzenden Lichtbahnen begleitet sah, als dies bei uns der Fall ist.

Die Farbe der Sternschnuppen ist in überwiegend großer Zahl weiß oder gelb, seltener gelbrot; aber bei den helleren Sternschnuppen und besonders den Boliden zeigen sich auch mitunter andere Färbungen, und so namentlich intensiv grüne. Nach mehrjährigen Aufzeichnungen von J. F. Schmidt kommen nämlich auf je 100 Meteore im Durchschnitt 62 weiße, 15 gelbe, 6 gelbrote, 3 grüne und 14 nebelige. Die letztgenannte Kategorie von Sternschnuppen hat J. F. Schmidt zuerst beobachtet; es sind lichtschwache Phänomene, deren Helligkeit die von Sternen dritter Größe kaum je erreicht, die aber einen be-

deutenden Durchmesser und stets ein aschfarbiges, nebelhaftes Ansehen besitzen, sodaß sie oft einer kleinen, schnell hinfliegenden Nebelwolke gleichen.

Diese Sternschnuppen dürften den Übergang bilden zu jenen merkwürdigen Mittelgliedern zwischen Kometen und Meteoren, auf die erst seit neuerer Zeit Schiaparelli die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Es sind dies nebelartige Körper oft von sehr bedeutender Ausdehnung, welche innerhalb mehrerer Minuten mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit am Firmamente hinziehen und dann allmählich wieder bis zum Unsichtbarwerden abblassen. Schiaparelli hat mehrere ähnliche Erscheinungen aus den Jahren 1252, 1348, 1672 ꝛc. zusammengestellt; allein es sind auch aus der neueren Zeit mehrfache Fälle dieser Art bekannt. Die interessantesten derartigen Phänomene waren aber wohl das, welches Jahn am 3. Juli 1845 beobachtet hat und das, welches am 17. November 1882 über Holland und England hinwegzog.

XLV. Aërolithenfälle.

Während ihres Laufes ändern die Sternschnuppen meistenteils ihre Helligkeit nicht und verschwinden wieder ebenso plötzlich, wie sie erschienen waren. Nur größere Meteore, insbesondere die Feuerkugeln ersten Ranges, verlöschen manchmal unter Funkensprühen oder zerplatzen auch, worauf man dann zuweilen einzelne matter leuchtende Stücke der Erde zufallen sieht und einige Minuten nachher ein mehr oder minder starkes, ja sogar betäubendes Getöse vernimmt. Solche „detonierende“ Meteore sind es auch, welche gelegentlich zu den so merkwürdigen Aërolithen- oder Steinfällen Veranlassung geben.

Die Schallerscheinungen, welche einen Aërolithenfall begleiten, werden gewöhnlich folgendermaßen beschrieben. Man hört zuerst einige heftige, scharfe Schläge, welche dem Donner von Kanonen ähneln. Zwischen ihnen und nachher wird ein schwächeres Getöse vernommen, das bald Trommelwirbeln, bald einem Pelotonfeuer, bald dem Rasseln eines schwer beladenen Wagens verglichen wird. Die Dauer desselben ist sehr verschieden und kann auf mehrere Minuten ansteigen; ja bei einigen Steinfällen wird sogar von stundenlanger Dauer geredet, während man häufig auch bloß einen einzigen Knall hörte. Nach den Detonationen vernimmt man in der Luft ein Sausen und Zischen, während dessen die Steine auf die Erde herabfallen.

Die heftigsten Detonationen rühren vom Zerplatzen des Meteores und dem Eindringen der Luft in das so entstehende Vakuum her; das schwächere Rollen hingegen wird durch das Zusammenschlagen der Luft in den vom Meteore verlassenen Raum bewirkt. Weil aber das Meteor rascher forteilt als der Schall, kommt derselbe (wie beim Donner) von den entfernteren Teilen der Bahn erst nach und nach zu uns, was die lange Dauer des Getöses verursacht. Übrigens muß die Stärke der Hauptdetonationen zuweilen wahrhaft grausenerregend sein. So z. B. hörte man bei dem Steinfalle zu l'Aigle (26. April 1803) die Detonationen auf einem Umkreise, dessen Radius 150 km betrug; in l'Aigle selbst, dem Orte, über dem beiläufig die Explosion erfolgte, erzitterte der Boden wie bei einem Erdbeben, und Kamine, ja Häuser stürzten ein.

Die vom Himmel herabgefallenen Massen teilt man nach dem Gehalte derselben an gediegenem Eisen in Meteorsteine und Meteoreisen ein. Den ersteren liegt fast immer als Totalform eine ungleichseitige vierkantige Pyramide zu Grunde, deren Spitze abgestumpft ist. Die Grundfläche, welche bei der Bewegung im Raume vorangeht, ist meist gleichmäßig gewölbt

und mit einer glasartig glänzenden, papierdünnen, dunkelbraunen bis pechschwarzen Rinde umgeben, auf deren Oberfläche sich netzartige, strahlenförmig von einem Punkte ausgehende, erhabene Adern zeigen. An den Seitenflächen und insbesondere an jener Fläche, welche der Grundfläche gegenüberliegt, ist die Rinde bloß mattglänzend, oft auch sammetartig.

Die Rinde ist eben die geschmolzene Oberfläche des Meteorsteines, wie zuerst v. Schreibers und Scheerer durch Schmelzen von Stannernsteinen*) nachwiesen. Doch muß das Schmelzen, wie bereits Proust vermutet hatte, so rasch vorgenommen werden, daß das Innere dabei nicht beträchtlich erhitzt wird, weil sonst die ganze Masse zu einem dunkelbraunen Glase zusammenfließt. Daß das erstere in der Natur auch wirklich eintritt, beurkundete der interessante Steinfall vom 27. Dezember 1857 bei Quenggouk (Ostindien), indem unmittelbar nach dem Falle die Bruchstücke im Innern so kalt waren, daß sie die Finger des Gefühles beraubten.

In mineralogischer und chemischer Beziehung sind die Steine verschiedener Lokalitäten, namentlich in Bezug auf Gehalt an Eisen, sehr von einander verschieden. Es sei daher nur erwähnt, daß in ihnen ein neuer, auf der Erde nicht vorkommender Grundstoff noch nicht aufgefunden wurde, daß die vorherrschenden Bestandteile binäre Verbindungen des Sauerstoffes, nämlich Kieselerde und Talgerde, sodann Eisen bilden, und zwar letzteres sowohl im regulinischen Zustande als auch in seinen verschiedenen Oxydationsstufen, und daß das metallische Eisen merkwürdigerweise stets vom Nickel begleitet ist. Interessant ist es auch, daß man in neuerer Zeit einige Meteorsteine mit großem Kohlengehalte gefunden hat, und daß in diesen eine organische Substanz vorkommen

*) Steine vom großen Meteorsteinregen von Stannern in Mähren (22. Mai 1808).

soll, die indes noch nicht genauer erforscht werden konnte. Derartige Meteorsteine, wie der vom Kap (gefallen am 13. Oktober 1838) und der von Debreczin (gefallen am 15. April 1857) unterscheiden sich auch schon durch ihre dunkle Farbe von den übrigen.

Weit seltener als Meteorfälle ereignen sich Meteoreisenfälle. Doch hat man in der neueren Zeit sehr merkwürdige Bindeglieder zwischen Stein- und Eisenmeteoriten aufgefunden, nämlich eisenreiche Meteorsteine mit großen Konkretionen von metallischem Eisen und Meteoreisen, in denen große Massen von Steinsubstanz eingewachsen sind.

Die Eisenmeteoriten sind meist derb und von krystallinischem Gefüge, selten ästig oder zellig. Im letzteren Falle sind die Hohlräume mit deutlich krystallisiertem Olivin (Meteorolivin) ausgefüllt. Die derben Eisenmeteoriten (so wie bei den zelligen das Eisengerüste) bestehen fast ausschließlich aus Eisen und Nickel, indem diese beiden Stoffe nicht selten bis 98% der ganzen Masse betragen, wobei das letztgenannte Metall mit einem Teile des Eisens zu Nickeleisen verbunden ist, welche beiden Bestandteile sich bei der Bildung des Meteoreisens in regelmäßig alternierenden Lamellen ablagerten. Da nun Eisen und Nickeleisen sich verschieden gegen chemische Agentien verhalten, wird, wenn man solche auf eine polierte Meteoreisenplatte einwirken läßt, deren regelmäßige Struktur in eigentümlichen Figuren sichtbar, die man ihrem Entdecker zu Ehren Widmannstättensche genannt hat (Fig. 35). Durch diese Figuren und den Gehalt an Nickel unterscheidet sich das Meteoreisen von jedem anderen tellurischen, gediegenen Eisen. Man nimmt daher auch keinen Anstand, Eisenmassen, die sich auf verschiedenen Punkten der Erde vorfinden, als Meteoreisen zu betrachten, wenn sie in die geologische Formation jener Gegenden nicht passen und sich mindestens durch eine der beiden erwähnten charakteristischen Eigentümlichkeiten auszeichnen, auch wenn man

deren Niederfallen nicht beobachtet hat. Solche Massen sind mitunter sehr bedeutend, wie die von Tucuman (Argent. Republik, aufgefunden 1783) von mehr als 1500 Kilogramm Gewicht, die von Bemdego (Brasilien, bekannt seit 1784) von etwa 8700 Kilogramm Gewicht u. s. w.

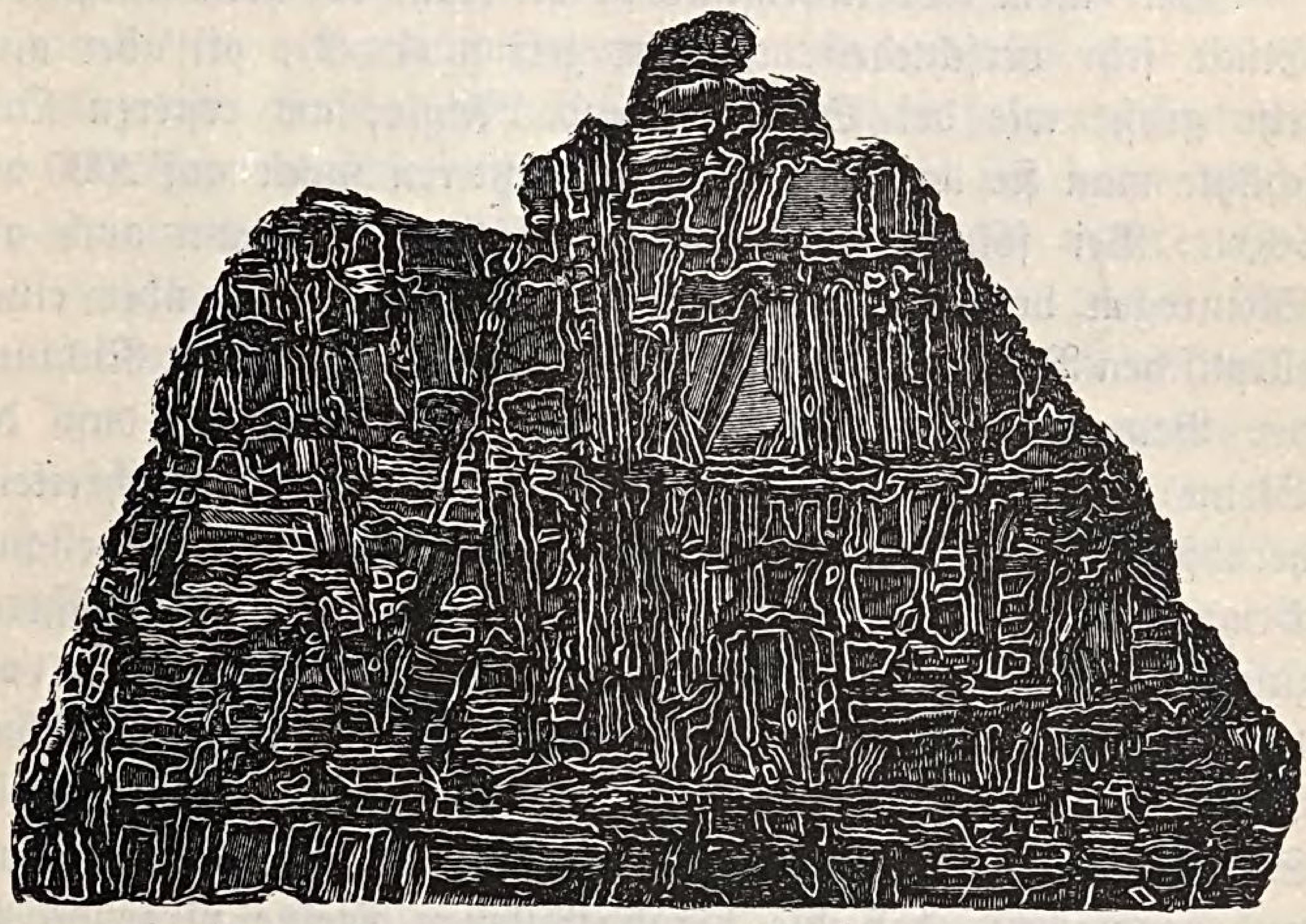


Fig. 35.

Widmannstättensche Figuren.

Die Zahl der jährlich herabgefallenen Aërolithen ist keineswegs so klein, als man nach der Seltenheit des Phänomenes an einem bestimmten Orte zu schließen geneigt sein dürfte. Als Durchschnitt der letzten Jahre kann man nämlich annehmen, daß jährlich drei Meteoritenfälle beobachtet werden. Bedenkt man nun, daß der größte Teil der Erde von Wasser bedeckt ist, daß wir nur aus kultivierten Ländern Nachrichten von

derartigen Begebenheiten erhalten, und daß selbst in diesen ein großer Teil der Fälle unbeobachtet bleibt oder die Meteormassen in unzugänglichen Gegenden niederstürzen, wo sie nicht aufgefunden werden können, so wird man es wohl nicht übertrieben finden, auf der ganzen Erde jährlich einige hundert Steinfälle anzunehmen.

Bei einem Aërolithenfalle ist die Zahl der herabstürzenden Stücke sehr verschieden, oft sehr gering (1—2), oft aber auch sehr groß, wie bei Stannern und l'Aigle; am ersteren Orte schätzte man sie auf 150—200, am letzteren sogar auf 2000 bis 3000. Bei solchen größeren Steinfällen, die man auch als Steinregen bezeichnet, sind die Steine gewöhnlich über einen elliptischen Raum zerstreut, dessen längere Achse in der Richtung der Bewegung des Meteors liegt, zum Zeichen, daß die Steine erst nach und nach während seines Fortschreitens herabfallen. Dabei machte man außerdem die interessante Bemerkung, daß die kleineren Steine zuerst, die größeren zuletzt herabkommen, was besonders schön der Steinregen vom 1. Mai 1860 zu New Concord (Ohio) zeigte. Dieselben Beobachtungen hat man auch am 30. Januar 1868 beim Steinregen zu Pultusk (Polen) gemacht und dabei noch wahrgenommen, daß die herabgefallenen Steine nirgends die gefrorene Erdschicht durchschlugen oder irgendwie tiefer in dieselbe eindrangen. Dies beweist unzweifelhaft, daß das Meteor bereits in den höheren Schichten unserer Atmosphäre seine kosmische Geschwindigkeit eingebüßt hatte, und daß die einzelnen Teile desselben schließlich bloß mit jener Geschwindigkeit auf die Erde herabkamen, welche sie nach den Gesetzen der Schwere beim Herabfallen erlangten. Der Erste, der auf dieses eigentümliche Verhältnis aufmerksam machte, war Haidinger, der es bereits aus den Nachrichten über den Meteoritenfall zu Hraschina (26. Mai 1751) erkannte und hierauf bei einer Reihe von Aërolithenfällen unter anderem eben darin bestätigt

fand, daß die gefallenen Massen äußerst selten tief in den Boden einschlugen. Seinen Argumenten könnte man noch beifügen, daß die Meteormassen beim Niederfallen weit öfter in Stücke springen müßten, als dies in der That der Fall ist, wenn sie mit einer planetarischen Geschwindigkeit auf der Erde ankämen. Haidinger verlegt den Ort, an dem die kosmische Geschwindigkeit vernichtet ist, an den Ort der Hauptdetonation, nennt diesen demgemäß Hemmungspunkt und läßt von da an die einzelnen Stücke, einfach den Fallgesetzen folgend, senkrecht auf die Erde herabfallen; eine Annahme, die sich beim Steinregen von Pultusk vollständig bestätigt hat. In neuerer Zeit hat Schiaparelli auch den theoretischen Grund dieses Verhaltens aufgedeckt, indem er nachwies, daß ein Meteor bereits in den höchsten, noch ungemein dünnen Schichten unserer Atmosphäre den größten Geschwindigkeitsverlust erleidet, und daß schon in verhältnismäßig sehr bedeutenden Höhen seine kosmische Geschwindigkeit so gut wie völlig vernichtet wird. Zu demselben Resultate gelangte gleichzeitig mit Schiaparelli auch Professor Dr. Edmund Weiß, Direktor der Sternwarte in Wien; der letztere machte aber überdies noch darauf aufmerksam, daß unter diesen Umständen bei den schnelleren Meteoren der Geschwindigkeitsverlust viel rascher eintritt und auch bereits in größeren Höhen erfolgt als bei den langsameren. Da nun die lebendige Kraft der Bewegung nicht vernichtet wird, sondern sich der Hauptsache nach in Licht und Wärme umsetzt, wird es nicht nur begreiflich, warum die Lichterscheinungen der Feuerkugeln und Sternschnuppen überhaupt schon in den höchsten Regionen unserer Atmosphäre sich abspielen, sondern es findet darin auch die früher rätselhafte Erscheinung ihre einfache Erklärung, daß nach den Höhenberechnungen von Sternschnuppen die hell leuchtenden Meteore in der Regel nicht die der Erde näheren, sondern gerade die entfernteren sind.

Bei den Detonationen*) findet manchmal sicher ein wirkliches Zerspringen der Meteormasse statt, wie unwiderlegbar daraus hervorgeht, daß beim Steinfalle von Quenggouk zwei Stücke, die etwa 1500 Meter von einander entfernt aufgefunden wurden, vollständig zusammenpaßten und an der Bruchfläche nur geringe Spuren von Überrindung zeigten. Dasselbe fand auch beim Steinfalle vom 12. Mai 1861 zu Butsura (Ostindien) statt, wo sogar drei Stücke, die in gegenseitigen Entfernungen von 3 bis 4 Kilometer lagen, vollkommen aneinander paßten. Man würde indes sehr irren, wollte man daraus folgern, daß alle bei einem größeren Steinregen herabfallenden Stücke bloß Bruchstücke eines einzigen, in unsere Atmosphäre eingedrungenen Körpers seien; man muß im Gegenteile aus der Form der Steine und dem Charakter der Überrindung schließen, daß in solchen Fällen bereits ein ganzer Schwarm Meteoriten in unseren Luftkreis eintritt. Diesen Schluß bestätigte auch eine Beobachtung von Dir. J. F. Schmidt zu Athen, welche einzig in ihrer Art dasteht. Sie gelang am 19. Oktober 1863 an einer Feuerkugel ersten Ranges, welche sich durch einen ungewöhnlich langsamen Flug und eine ebenso außergewöhnlich lange Dauer von 21^s auszeichnete, sodaß Schmidt Zeit gewann, einen Kometensucher auf sie zu richten und sie so durch volle 14^s zu verfolgen. Teleskopisch betrachtet, bestand sie aus zwei strahlend grünen Stücken von tropfenförmiger Gestalt, die scharfbegrenzte, feuerrote und ganz gerade, unter sich parallele Schweiflinien hinter sich herzogen, deren Abstand 7′ betrug. Das größte Stück des Meteors ging südlich voran; etliche

---

*) Die Heftigkeit der Detonation ist zuweilen eine ganz kolossale: so war der Knall des berühmt gewordenen Meteors, welches am 10. Februar 1896 grade über Madrid in ungefähr 30 Kilometer Höhe explodierte, ein derartiger, daß die ganze Stadt zusammenlief und in äußersten Schrecken versetzt wurde, da man anfangs gar nicht wußte, was vorging.

Bogenminuten weiter zurück folgte nördlich das kleinere. Dann aber zog dahinter her ein Schwarm grünstrahlender Fragmente, sehr verschiedener Größe, deren jedes eine rote Feuerlinie mit sich führte. Alle diese Linien waren gerade und unter sich parallel. Das smaragdgrüne Licht der Kerne verlief durch Hochgelb in das Feuerrot der Schweife. Den Durchmesser des größten Kernes schätzt Schmidt nach Abzug der Irradiation auf 25″ bis 30″ und ist geneigt, diese Angabe eher noch für zu groß als für zu klein anzusehen.

Diese interessante Beobachtung bringt auch Licht in eine andere Frage, welche schon zu vielfachen Kontroversen geführt hat. Mit freiem Auge gesehen, erreichen scheinbar die Feuermeteore ersten Ranges zuweilen den Durchmesser des Mondes, und auch J. F. Schmidt schätzte den Durchmesser des eben besprochenen Meteores noch lange, ehe es seinen Hauptglanz entfaltet hatte, mit freiem Auge auf mindestens 10′ bis 15′. Mit Zugrundelegung solcher Dimensionen und der Entfernungen, wo sie sich ermitteln ließen, erhielt man für den wahren Durchmesser riesige Zahlen, mitunter von mehreren tausend Metern. Vergleicht man hingegen damit die herabgefallenen Massen, so stehen diese in gar keinem Verhältnis zur scheinbaren Größe des Meteores. Die Beobachtung von Schmidt löst nun diesen Widerspruch auf eine sehr einfache Weise, indem sie zeigt, daß man beim Schätzen der Größe eines Meteores mit freiem Auge einen doppelten Irrtum begeht, daß man nämlich nicht nur die einzelnen, durch weite Zwischenräume getrennten Meteorpartikel als ein großes, solides Ganze auffaßt, sondern daß überdies alle Dimensionen durch die Irradiation noch vielfach vergrößert erscheinen.

Die Nachrichten über Aërolithenfälle reichen bis in das graue Altertum zurück, wo derlei Begebenheiten mit den religiösen Anschauungen der ältesten Kulturvölker leicht in Zusammenhang gebracht werden konnten. Uralt war im Oriente

die Verehrung des Feuers und die Personifikation dieser gewaltigen Naturkraft in den Gestirnen, welche man für Feuermassen hielt, die von mächtigen Geistern beseelt seien. Da man aber von der Entfernung und Größe der Gestirne keine Ahnung hatte, bot auch die Idee, sie könnten vom Gewölbe des Himmels auf die Erde herabstürzen, nichts Ungereimtes, und man nahm deshalb auch keinen Anstand, Feuerkugeln für herabfallende Sterne, und die den Erdboden glühend heiß erreichenden Steine, die man manchmal am Orte des Niederfallens fand, für die herabgefallenen Sterne selbst zu halten, die auch in ihrem jetzigen Zustande nicht minder beseelt seien als in dem früheren. Man nannte sie deshalb auch Bätylen, d. h. beseelte Steine, und verehrte die größeren, die man von mächtigeren Geistern als die kleineren belebt glaubte, als Heiligtümer in Tempeln. Die bekanntesten Steine dieser Art sind das Ancile der Römer, das zur Zeit des Numa Pompilius vom Himmel herabgefallen sein soll und von dem die sibyllinischen Bücher verkündeten, daß sein Verlust der Vorbote des Unterganges von Rom sein werde; ferner der schwarze Stein in der Kaaba zu Mekka u. s. w.

In Kleinasien und Griechenland verwechselte man die das Herabfallen von Steinen begleitenden Licht- und Schallerscheinungen mit wirklichem Blitz und Donner und glaubte, die Götter schicken bei Gewittern ihre Symbole in Gestalt solcher Steine den Menschen zur Verehrung auf die Erde herab, weshalb man sie auch als Keraunia oder Brontia, d. h. Donnersteine bezeichnete und nach jedem Blitzschlage solche aufsuchte. Übrigens ist im Volke der Glaube an „Donnersteine" auch heute noch nicht ganz erloschen.

In Arabien wurden aus Meteoreisen Degenklingen verfertigt, welche man, wegen der wunderbaren Eigenschaften, die sie auszeichnen sollten, sehr hoch schätzte. Man schrieb ihnen unter anderem die Macht zu, dem Besitzer Unverwundbarkeit

und Sieg über seine Gegner zu verleihen. In Zentralasien erhielt sich die Sitte, Meteoreisen entweder rein oder mit tellurischem gemischt zu Waffen auszuschmieden, noch bis zum Beginn der neueren Zeit. So ließ sich der Mongolenkaiser Dschehangir aus einem am 17. April 1621 bei Lahore in Indien gefallenen Meteoreisen zwei Säbel, einen Dolch und ein Messer verfertigen. In unseren Tagen fand der Polarfahrer J. Roß unter den Eskimos der Baffinsbai Messer und Äxte aus Meteoreisen in Verwendung.

Allein nicht nur im Morgenlande, auch im Abendlande wurde bereits im Altertume das Herabfallen von Steinen als eine feststehende Thatsache anerkannt, von der die Historiographen zahlreiche Beispiele erwähnen. Doch hier verlor sich die freundliche Auffassung, mit der man im Oriente diese Naturerscheinung umgeben hatte, sehr rasch; der Schrecken, den ein so ungewöhnliches Phänomen hervorrufen mußte, trat bald so sehr in den Vordergrund, daß man es nicht mehr als ein Zeichen des Wohlwollens, sondern vielmehr als eines des Zornes der Gottheit ansah. So erwähnten schon Livius, noch mehr aber Tacitus unter den Vorzeichen für Unglück fast stets eines Steinregens, und die darauf folgende Zeit der Völkerwanderung war nicht geeignet, die düstere Anschauung, die sich einmal festgesetzt hatte, zu entwurzeln. Als dann am Ende des Mittelalters die Osmanen anfingen, furchtbar zu werden, benützte man Niederfälle von Steinen, die Christenheit zum Kampfe gegen ihren Erbfeind zu entflammen. Dies geschah z. B., als am 7. November 1492 gegen Mittag bei Ensisheim im Oberelsaß ein ungefähr 150 Kilogramm schwerer Stein niederfiel, von dem durch die Fürsorge Kaiser Maximilians I. noch jetzt Bruchstücke erhalten sind, die ältesten, die wir überhaupt von einem historisch beglaubigten Steinfalle besitzen.

Trotz so vieler Nachrichten befestigte sich aber merkwürdigerweise unter den Physikern im Laufe des vorigen Jahrhunderts

immer mehr die Meinung, alle derartigen Berichte seien weiter nichts als die Ausgeburt einer krankhaften Phantasie, und es könne ihnen unmöglich wahres zu Grunde liegen, weil das Herabfallen von Steinen aus der Luft anerkannten Naturgesetzen widerstreite. Wohl mögen die Entstellungen und Übertreibungen in den meisten Berichten von Augenzeugen, die, durch den ausgestandenen Schrecken verwirrt und betäubt, alles mögliche gesehen haben wollten, den ersten Grund zum Leugnen dieses Phänomens gegeben haben; allein man legte dabei doch eine Verblendung und einen Eigendünkel an den Tag, die geradezu unbegreiflich sind, indem man der vorgefaßten Meinung zuliebe alle, selbst die beglaubigtsten Zeugnisse, ohne sie auch nur einer Prüfung zu würdigen, geradezu für Lügenberichte oder Sinnestäuschungen erklärte, wie dies beispielsweise mit der Urkunde der Fall war, welche das bischöfliche Konsistorium zu Agram über den Fall zweier Meteoreisenmassen zu Hraschina am 26. Mai 1751 um 6 Uhr abends aufnehmen ließ: nebenbei gesagt, die erste urkundliche Beglaubigung eines Äerolithenfalles. Ja selbst noch im Jahre 1790 fand man es sehr erheiternd, daß man über eine solche Absurdität ein authentisches Protokoll erhalten könne, als die Municipalität von Juillac in der Gascogne eine mit der Unterschrift von mehr als 300 Augenzeugen versehene Urkunde über den Steinfall, der sich dort am 24. Juli abends nach 9 Uhr ereignet hatte, der Pariser Akademie einsendete, und konnte Bertholon nicht umhin, eine Gemeinde zu bemitleiden, die einen so thörichten Maire besitze, daß er solche Märchen glaube.

Unter diesen Umständen ist das Verdienst Chladni's nicht gering anzuschlagen, der im Jahre 1794 bei Gelegenheit der Auffindung einer großen Masse gediegenen Eisens bei Krasnojarsk in Sibirien durch Pallas, welche die Kosaken für ein vom Himmel herabgefallenes Heiligtum hielten, den Mut hatte, in einer eigenen Schrift: „Über den Ursprung der von Pallas

entdeckten Eisenmasse und einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen“ für das wirkliche Vorkommen von Aërolithenfällen einzutreten. In dieser für die Fortentwickelung unserer Kenntnisse der Feuermeteore epochemachenden Abhandlung stellte er nicht nur den Satz auf, daß Steinfälle sich in der That schon öfter ereignet haben, sondern weist auch nach, daß die auf die Erde herabgefallenen Massen nur kosmisch sein könnten, d. h. Ankömmlinge aus dem Weltraume, welche vorher der Erde und deren Atmosphäre fremd waren. Den letzteren Satz erweiterte er in seinen späteren Schriften noch dahin, daß diese Massen Haufen von Urmaterie gewesen sein dürften, die vor ihrer Ankunft noch keinem größeren Weltkörper zugehört hatten und von kometenartiger Beschaffenheit zu sein scheinen. Als nun noch im Jahre 1794 am 16. Juni ein Steinfall zu Siena, im folgenden Jahre einer am 13. Dezember bei Woldcottage (Yorkshire) sich ereignete, traten die Deutschen und Engländer schnell nacheinander auf die Seite von Chladni. In Frankreich und der Schweiz hingegen dauerte der Unglaube noch lange fort, bis der Bericht von Biot über den Steinfall zu l'Aigle (26. April 1803) allgemeiner bekannt wurde, zu dessen Untersuchung er von der Akademie zu Paris, allerdings erst nach zweimonatlichem Zögern, an den Ort selbst geschickt wurde. Der bestuntersuchte Steinfall aus älterer Zeit ist aber jener, welcher sich einige Jahre später (1808 den 22. Mai) bei Stannern in Mähren ereignete, weil gleich auf die erste Kunde dieses Vorfalles der damalige Vorsteher des k. k. Mineralienkabinetts v. Schreibers mit seinem Freunde v. Widmannstätten dorthin gesendet wurden, den Thatbestand zu ermitteln und alle Umstände des Phänomens aufs sorgsamste zu erforschen.

XLVI. Höhe und Masse der Meteore.

Die ersten Höhenbestimmungen von Feuermeteoren rühren zwar schon von Montanari und dem bekannten Pastor Dörffel her. Der erstere fand für die Anfangshöhe einer in Bologna am 31. März 1676 gesehenen Feuerkugel 40 italienische Meilen und schloß aus dieser großen Höhe auf ihren kosmischen Ursprung. Der letztere berechnete die Höhe der Feuerkugel, welche am 12. August 1683 (alt. St.) über Deutschland hinwegzog, zu 39 Meilen, läßt sich aber auf keine Hypothese über den Ursprung des Meteores ein, sondern schreibt nur: „Ob und wie es nun mit Generation eines solchen angezündeten Körpers in einer Höhe von etlich und 30 bis 40 Meilen über der Erde, weit über der ordentlichen Lufft-Revier, natürlich zugehe, überlasse ich den Herren Physicis.“ Doch beachtete man diese und einige spätere vereinzelte Höhenbestimmungen von Meteoren nicht weiter, und man konnte, ehe Brandes und Benzenberg während ihrer Studienjahre in Göttingen den Versuch machten, die Höhe des Aufleuchtens und Verschwindens der Sternschnuppen systematisch zu messen, über die durchschnittliche Höhe dieser Gebilde weiter nichts sagen, als daß sie sehr bedeutend sein müsse, weil die Sternschnuppen Beobachtern auf hohen Bergen, namentlich Saussure auf dem Mont Blanc und Humboldt auf dem Chimborazo noch ebenso ferne schienen wie im Thale. Um nun die Entfernung zu bestimmen, stellten sich 1798 Brandes und Benzenberg zunächst an zwei, etwa 8 Kilometer von einander entfernten Orten auf und notierten an beiden Standpunkten die gesehenen Sternschnuppen mit Angabe der Zeit, wann, und des Ortes am Himmel, wo sie erschienen und verschwunden waren, ferner ihrer Größe und anderer Eigentümlichkeiten. Beim nächsten Zusammentreffen verglichen sie dann die Zeiten, in denen jeder von ihnen Sternschnuppen gesehen, und suchten

daraus jene Beobachtungen zusammen, welche durch ihre Gleichzeitigkeit und die Ähnlichkeit der anderen notierten Umstände als ein und demselben Meteore angehörend sich auswiesen. Sodann gab die Verschiedenheit des Ortes am Himmel, an dem die Sternschnuppe von beiden Orten aus gesehen worden war, die Parallaxe und somit die Entfernung.

Brandes und Benzenberg hatten eine so kurze Standlinie gewählt, weil sie die Sternschnuppen für eine Art Wetterleuchten hielten, das in einer Entfernung von etwa 10 bis 15 Kilometer vom Erdboden vor sich gehe. Indes belehrten sie gleich die ersten Beobachtungen, daß diese Ansicht eine Täuschung gewesen sei, indem die Sternschnuppen meist in Höhen von mehr als 70 Kilometer, ja sogar in solchen von mehr als 150 Kilometer erschienen und verschwanden. Zur sicheren Ermittelung von so großen Höhen war jedoch die gewählte Standlinie zu kurz, da gerade bei dieser Art von Beobachtungen die unvermeidlichen Beobachtungsfehler sehr bedeutend sind und daher bei kleinen Parallaxen so schädlich auf das Resultat einwirken, daß sie ihm alles Vertrauen rauben. Sie gingen daher bei ihren ferneren Beobachtungen auf immer längere Standlinien über und fanden jetzt nicht nur die enorme Höhe des Aufleuchtens und Verschwindens der Meteore bestätigt, sondern folgerten überdies aus ihren Beobachtungen, daß es auch ziemlich viele Sternschnuppen gebe, welche sich von der Erdoberfläche entfernen*). Das letztere Resultat ist aber geradezu unerklärlich, wenn man annimmt, daß die Sternschnuppen von außen in die Atmosphäre eindringen, zu welcher Annahme man unter anderem durch das Vorkommen periodischer Meteorströme gedrängt wird. So

*) Damit ist natürlich ein wirkliches, nicht bloß optisches Aufsteigen gemeint, welches letztere auch bei herabfallenden Sternschnuppen eintreten kann und auch häufig genug eintritt, wenn sie dem Beobachter sich nähern, wobei sie scheinbar sogar bis zu seinem Zenithe aufsteigen können.

standen die Sachen, als Bessel im Jahre 1839 den Gegenstand in die Hand nahm und durch Anwendung schärferer Berechnungsmethoden und genauere Untersuchung des Einflusses der Beobachtungsfehler auf das Resultat nachwies, daß allerdings die großen Entfernungen, in welche Brandes und Benzenberg das Erscheinen der Meteore versetzten, unbestreitbar, daß ihre Beobachtungen jedoch nicht genau genug seien, um das Vorkommen aufsteigender Meteore über jeden Zweifel zu erheben. Damit war allerdings schon viel gewonnen, allein der Nachweis noch nicht erbracht, daß es keine aufsteigende Sternschnuppen gebe. Denn auch nach Bessels Vorschriften berechnet, kamen in jeder größeren Beobachtungsreihe vielfach aufsteigende Bahnen vor, bei denen freilich das Aufsteigen in der Regel so mäßig war, daß man es durch Annahme zulässiger Beobachtungsfehler in ein Fallen verwandeln konnte; es fehlte indes noch der Nachweis, daß überall derartige Beobachtungsfehler auch wirklich begangen worden seien. Diese Ergänzung lieferte erst im Jahre 1868 Weiß, indem er zeigte, daß bei allen bisher als aufsteigend gefundenen Bahnen in der That gröbere Versehen vorgefallen waren, und im folgenden Jahre an einer größeren Zahl von ihm veranlaßter korrespondierender Beobachtungen bestätigt fand, daß man nie zu aufsteigenden Bahnen geführt wird, wenn man bloß verläßliche Beobachtungen zu Grunde legt und dieselben nach der von ihm angegebenen Methode berechnet.

Aus einer von H. A. Newton ausgeführten Zusammenstellung aller verläßlichen Höhenbestimmungen von Sternschnuppen aus den Jahren 1798—1863 (etwa 260 an der Zahl) folgt für die Höhe des Aufleuchtens der Meteore im Mittel 118 und für die Höhe des Erlöschens 82 Kilometer. Doch sind diese Zahlen selbstverständlich sehr großen Schwankungen unterworfen, weil hierbei außer der Größe und Gestalt der Meteore auch ihre chemische Beschaffenheit, ferner die Geschwindigkeit und

Richtung ihres Eindringens in die Atmosphäre u. s. w. eine bedeutende Rolle spielen. Man gelangt aber zu minder von einander abweichenden Resultaten, wenn man die berechneten Höhen nach Meteorschauern sondert, in denen alle Meteore dieselbe Geschwindigkeit und wohl auch eine ähnliche chemische Konstitution haben. Dies hat Weiß für die Meteore des Laurentiusstromes*) gethan und dabei gefunden, daß für diese die mittlere Höhe des Erscheinens und Verschwindens in 117 und 87 Kilometer liegt und keine Sternschnuppe dieses Stromes in einer größeren Höhe als 180 Kilometer aufleuchtet, während H. A. Newton aus zahlreichen amerikanischen Beobachtungen vom Jahre 1863 für die periodischen Meteore des 13. November die Höhe des Aufflammens und Verlöschens zu 155 und 98 Kilometer bestimmte.

A. Herschel hat auch den Versuch gemacht, die Masse der Sternschnuppen aus dem Lichte zu ermitteln, das sie entwickeln, und zwar auf folgende sinnreiche Weise. Kennt man von einer Sternschnuppe die Entfernung und den scheinbaren Glanz, so kann man die Intensität ihres Lichtes mit der einer gewissen Quantität von leuchtendem Gas numerisch vergleichen. Nimmt man nun ferner an, daß bei Gas wie bei Sternschnuppen das entwickelte Licht sich wie die Menge der erzeugten Wärme verhält, so kann man leicht die durch Verbrennung des Meteors hervorgebrachte Wärme berechnen, deren mechanisches Äquivalent die in der Sternschnuppe verbrauchte lebendige Kraft darstellt. Ist nun noch die Geschwindigkeit des Meteors bekannt, so wird man daraus auf dessen Masse schließen können.

A. Herschel hat diese Rechnung für einige Sternschnuppen ausgeführt, die gleichzeitig an verschiedenen Punkten Englands

---

*) Unter „Laurentiusstrom" versteht man den großen Sternschnuppenschwarm, welchen die Erde alljährlich am 10. August, dem Tage des heiligen Laurentius, durchschneidet.

in den Nächten vom 9. und 10. August 1863 beobachtet wurden. Die Resultate waren die folgenden:

Glanz wie	Zahl der beob. Met.	Mittleres Gewicht
Venus	2	1953 Gramm
Jupiter	2	2996 „
Sirius	7	358 „
Wega	1	29 „
Altair	3	10 „
Marfik (*α* Perseus) . . .	4	6 „
Cor Caroli (*α* Jagdhunde)	1	6 „

Da der größte Teil der Sternschnuppen unter dem Glanze der hier angeführten größeren Gestirne steht, wird das Gewicht der kleinen Meteore nur Bruchteile von Grammen betragen. In der That fand A. Herschel bei 5 Meteoren des 12. November 1865 das mittlere Gewicht nur 0,36 Gramm.

XLVII. Was wir heimbringen.

Wir haben heitern Sinnes den Ausflug in das Weltall begonnen; aber der ernste Inhalt dessen, was wir auf dieser Reise in uns aufgenommen, hat uns unwillkürlich zum Ernste gestimmt. Sollen wir jetzt, wo wir den Ausflug beenden, unserm Gefühl Folge leisten, so müssen wir gestehen, daß wir in sehr gemischter Stimmung von diesem Thema scheiden.

Soll es uns heiter und leicht über all die schweren Gedanken und Rätsel emporheben, daß der Mensch durch die Wissenschaft vermocht hat, bis in so ungeahnte Fernen hinein den forschenden Blick zu richten? oder sollen wir uns von dem Gedanken niederdrücken lassen, daß der Mensch so geringfügig, die Zeit

seines Daseins so winzig, und all seine Werke so vergänglich sind gegenüber den Größen, gegenüber den Fernen, gegenüber den Ewigkeiten, gegenüber den Unvergänglichkeiten, die ihm aus dem Himmelsraum entgegenleuchten? — Wer vermag das Richtige hier zu treffen!? Bald erhebt uns das stolze Bewußtsein, daß wir den wissenden und schauenden Wesen der Erde angehören, die den Himmeln ihre Geheimnisse abgelauscht haben; bald wieder erwacht der Wissensdurst in uns, der unbefriedigt mit allem Gefundenen und Erforschten uns zuruft, daß wir erst an der untersten Stufe der Naturerkenntnis stehen, und Geschlechter auf Geschlechter zu Jahrtausenden noch dahin gehen werden, ehe sich eines wird rühmen dürfen, den Schleier der Ewigkeit gelüftet zu haben.

In solch gemischten Gefühlen bleibt uns nichts anderes übrig, als mit heiterm Ernst von den Wundern des Weltalls zu scheiden, mit jenem heitern Ernst, der fern bleibt vom hochmütigen Stolz, wie von niederdrückender Demut, und der uns tröstet und besänftigt durch den Zuruf, daß wir die Aufgabe unseres Daseins erfüllen in der ernsten Pflege des Geistes, und, wenn wir dies Tagewerk vollbracht, heiter von dem Werk und dem Dasein scheiden dürfen im Bewußtsein, für die kommenden und weiter forschenden Geschlechter nach uns gelebt zu haben.

Und diesen Zuruf wollen wir als Ausbeute heimbringen von der Reise ins ferne Weltall; denn das Sonnensystem, das wir eigentlich bis an die Grenzen des gegenwärtigen Wissens durchstreift haben, es lehrt uns in seiner ungeheuren Größe ebenfalls diese ernste Bescheidenheit, wenn wir es mit dem Weltall selbst vergleichen, aus welchem die Fixsterne ihr Licht zu uns senden.

Wir haben gesehen, wie winzig ein Mensch ist gegen eine einzige Kubik-Meile. Wir haben gesehen, wie winzig eine Kubik-Meile ist gegen den einen Planeten, die Erde. Wir haben gesehen, wie winzig die Erde ist gegen die Sonnenkugel.

Wir haben gesehen, wie die Sonnenkugel zu einem leuchtenden Pünktchen verschwindet, wenn man sich in die Ferne versetzt, bis wohin der Komet vom Jahre 1680 sich verliert. Wir haben gesehen, wie wiederum diese ungeheure Bahn verschwindet im Vergleich mit dem ganzen Gebiet, in welchem die Sonnen-Anziehung nach allen Seiten hin herrscht.

Wenn wir aber nun deshalb kleinmütig werden sollen gegenüber der Größe des ganzen Sonnensystems, so lehrt uns ein Blick in die Welt der Fixsterne, daß auch diese Größe nichtig und verschwindend ist und zu einem Punkt zusammenschrumpft, wenn sich der Geist auch nur erhebt zum nächsten Fixstern, zum nächsten Nachbar unserer Sonne.

Und deshalb wollen wir scheidend nicht zurück, sondern vorwärts blicken, und mit heiterm Ernst auf jene erhabene Erweiterung der Wissenschaft hinweisen, die erst in der allerneuesten Zeit begonnen hat, auf die Erweiterung der Astronomie, die in den letzten Jahrzehnten über das Gebiet des Sonnensystems hinausgeschritten und den Forscherblick auf das Gebiet der Fixsterne gerichtet hat.

Wir kehren später zu diesem allerneuesten Zweig der Astronomie zurück; für jetzt wollen wir nur Einiges von den Resultaten dieser Wissenschaft vorführen, damit wir so recht inne werden, wie das ganze Sonnensystem im Weltall nur einem Sonnenstäubchen, neben den Erdball gehalten, gleicht.

Der unsterbliche Bessel war es, der sich die Aufgabe stellte, unter den Millionen und Millionen von Fixsternen denjenigen aufzusuchen, der aller Wahrscheinlichkeit nach der nächste der Sonne ist. Er fand, daß dies nicht einer der hell leuchtenden Sterne erster Größe ist, die am nächtlichen Himmel leuchten, sondern ein kleiner, unscheinbarer Stern im Sternbild des Schwans, dessen bescheidener nächster Nachbarschaft wir uns rühmen dürfen. — Und wie weit entfernt ist dieser nächste Nachbar? Er ist so weit entfernt, daß das Licht, welches

40 000 Meilen in jeder Sekunde dahinfliegt, volle neun Jahre und drei Monate braucht, um von der Sonne bis zu ihm zu gelangen. — Wollte man eine Kanonenkugel nach dem Stern hin abschießen, die in jeder Sekunde eine Meile fliegt, so würde die Kugel über 360 000 Jahre fliegen müssen, um hinzugelangen.

Spätere Messungen der Astronomen Henderson und Maclear am Kap der guten Hoffnung ergaben, daß ein anderer in Europa unsichtbarer Fixstern erster Größe im Sternbild des Centauren dem Sonnen-System noch näher stehe. Er ist so weit entfernt, daß sein Licht „schon“ in drei Jahren und sechs Monaten zu uns kommt, ist demnach fast nur ein Drittel so weit als der von Bessel berechnete Stern im Schwan.

Von dem schönen Stern Wega im Sternbild der Leyer haben wir schon einmal gesprochen; auch seine Entfernung ist gemessen; der Astronom Struve fand sie derart, daß das Licht fünfzehn Jahre und acht Monate braucht, um zu uns zu gelangen. Der Astronom Rümker in Hamburg hat einen andern glänzenden Stern, Arctur im Sternbild des Bootes, untersucht und dessen Entfernung auf fünfundzwanzig Jahre sieben Monate Lichtzeit geschätzt. Endlich hat Peters in Pulkowa den Polarstern gemessen und dessen Entfernung so gefunden, daß das Licht dreißig Jahre und acht Monate Zeit braucht, um zu uns zu gelangen.

Tiefer noch hinaus in den Weltraum dringen die Forschungen Argelanders und Mädlers über die großen Sternen-Ringe, die als die Milchstraße am Himmelsdom bekannt sind. Nach einer höchst geistvollen Abhandlung Mädlers ist die Milchstraße so groß, daß das Licht von einem Ende zum andern erst in 7768 Jahren dringt. Die Sonne, die auch ein Stern ist, der zur Milchstraße gehört, steht nicht in der Mitte des Systems, sondern etwas seitwärts, und zwar so, daß das Licht der einen nähern Seite in 3371, das Licht der entfernteren

Seite erst in 4408 Jahren zu uns dringt. Wundervoller noch sind die Entdeckungen im Gebiete der Doppelsterne, d. h. solcher, welche mit bloßem Auge wie ein einziger Stern aussehen, die aber mit Fernröhren untersucht sich als zwei Sterne zeigen, die um einander kreisen. — Über all' dies aber gehen die wundervollen Untersuchungen englischer Astronomen über die Nebelflecke, von denen sich sehr viele als einzelne Gruppen von Fixsternen erweisen, die Millionen und millionenfach bei einander zu stehen scheinen und so entfernt sind, daß sie alle beisammen nur als ein helles, schimmerndes Fleckchen am dunkeln Himmel erscheinen.

Und wenn im jetzigen Augenblick, wo wir von solchen Fernen sprechen, ein vernunftbegabtes Wesen auf einem jener Sterne oder dessen uns ganz unsichtbaren Planeten das Auge hierher richtet, so sieht es die ganze, ungeheure Milchstraße auch nur als einen sehr kleinen Nebelflecken; in diesem kleinen Nebelflecken ist ein sicherlich nicht mehr sichtbares, winziges Pünktchen unsere Sonne, die einer der kleinsten unter den Fixsternen, unter zahllosen anderen Sonnenkörpern ist, und wenn jenes Wesen dort geistbegabt ist, sinnt es vielleicht darüber nach, ob nicht auch hier Wesen sind, die fühlen und sinnen; und in Wissensdrang und Forscher-Sehnsucht kommt ein Gruß herüber aus der weiten, weiten Ferne, und begegnet dem Gedankengruß, den auch wir aus ahnungsvollem Herzen hinüber senden!

Soll uns dies stolz, soll uns dies demütig machen? Soll dies Schwermut, soll es in uns Hochmut wecken? — Wahrlich nicht! Aber einen heiter ernsten Sinn darf es in uns anregen, einen heiter ernsten Sinn für alles, was den Geist bereichert, einen heiter ernsten Sinn, den — so wünschen wir's von Herzen — auch unsere Leser heimbringen mögen von unserer flüchtigen Weltreise!

Über die Größe der Erdbahn.

I. Der Zollstock der Astronomie.

Im Reiche der Natur, im Reiche der ewigen Gesetzlichkeit und der unabwendbaren Ordnung, walten nicht Wunder und nicht Willkür; darum ergiebt auch der Einblick in die Menschengeschichte, daß die Geistes-Freiheit erst dann ganze Völker erleuchtet und sie entfesselt aus den Schlingen des Vorurteils und den Banden der Knechtschaft, wenn sie bis zur Kenntnis der Natur und ihrer Gesetze heranreifen, und im Fortschritt ihres Wissens die Bürgschaft für den Fortschritt ihrer Entwickelung finden.

Wenn wir uns daher der Betrachtung der Natur und ihrer Gesetze, dem Gebiete des realen Wissens und den Ergebnissen ihrer fortschreitenden Erforschung zuwenden, werden wir der Aufgabe nicht abtrünnig, am Aufbau der Freiheit zu arbeiten. Es herrscht eine erhabenere Solidarität im Reiche der Wahrheiten, als die Feinde es ahnen. Es ist die Wahrheit eine Kette, die Glied an Glied hangend, stets zum selben Ziele leitet. Pflege die Liebe zu ihr nur getrost auf unverwehrten Gebieten, und sie wird bald deine Leuchte sein auf Gefilden, wo nächtliches Dunkel herrscht.

So folge uns denn, Du treuer Leser, auf der Bahn des

Fortschrittes, wo keine der Errungenschaften mehr der Umkehr verfällt. Wohl wissen wir's, wir leiten Dich fern, sehr fern ab von allem, was Dein Herz bewegt; aber Du wirst Dich immer und stets zur rechten Stunde wieder finden, sobald Du nur unabwendbar die Liebe zur Wahrheit in Dir wach erhältst. Je unbesiegbarer diese in Dir Wurzel schlägt, je lichter sie Deinen Geist macht, desto inniger wird sie Dein sein, wo Du ihrer anderweitig bedarfst.

Wir leiten Dich weit, weit hinaus in die Ferne des Weltraumes, in welchem die Wissenschaft der Himmelskunde dem Menschengeist eine freie Bahn geschaffen. Wir wollen Dir von den Fortschritten in diesem Bereiche des Forschens getreulich das Neue berichten. Wir werden Dir von Ergebnissen erzählen, welche die Lösung schwieriger Berechnungen von den Wirkungen der Anziehungskraft herausgefördert. Wir laden Dich ein, uns auf den Flügeln des Lichtstrahls zu begleiten, durch welchen neue Forscher-Versuche weite Fernen sicherer als je bisher gemessen. Wir werden Dir auch von der Feinheit der Beobachtungen erzählen, welche durch eine eigentümliche Planeten-Konstellation im Sommer des Jahres 1862 begünstigt, zu zuverlässigeren Ergebnissen als zeither geführt haben. Du wirst, wenn Du uns getreulich folgst, Erbauung und Erholung empfinden in der Wahrnehmung, wie auf dem Gebiete in der unverkümmerten Forschung die Wahrheit zu harmonischen Resultaten führt, und wie übereinstimmend der geistige Fortschritt hier ist, selbst wenn er, wie in unserm Falle, von drei ganz verschiedenen und von einander völlig unabhängigen Wegen seinen Aufgaben entgegenstrebt.

Und somit zur Sache.

Der gesamten Meß-Kunst unserer weit in den Weltraum hinausdrängenden Himmelskunde liegt als Hauptmaßstab die Entfernung der Erde von der Sonne zu Grunde. Nur die Entfernung des Mondes von der Erde kann direkt in ge-

nügender Sicherheit mit unseren Instrumenten gemessen werden. Der Mond ist der Erde noch so nahe, daß der Raum auf der Erdoberfläche beträchtlich genug ist, um zwei Orte auszuwählen, wo man in demselben Augenblick Fernröhre nach dem Monde richtet, um aus den verschiedenen Winkeln, die die Fernröhre mit dem Horizonte des Ortes machen, die Entfernung des Mondes zu messen. Anders verhält es sich indessen mit der Sonne. Diese ist schon so weit von der Erde, daß der Durchmesser der Erdkugel dagegen verschwindend klein erscheint. Wollte man zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche ein Fernrohr am Südpol der Erde und eines am Nordpol der Erde aufstellen, und beide im selben Augenblicke zur Sonne richten, so würden beide Fernröhre parallel oder senkrecht auf der Axe der Erde zu stehen scheinen; der Winkel, um welchen sie von dieser Lage abweichen, ist jedenfalls so klein, daß er kein sicheres Resultat der Messung mehr zuläßt.

Gleichwohl ist die Entfernung der Erde von der Sonne gewissermaßen der Zollstock, durch den man alle anderen Entfernungen im Himmelsraum bestimmt. Wie man mit einem ungenauen Zollstock keinen Raum sicher ausmessen kann, so vermag man auch, wenn man die wirkliche Entfernung der Erde von der Sonne nicht kennt, keine andere Entfernung, sei es die eines Planeten oder Kometen oder gar eines Fixsternes, absolut anzugeben.

Im Bereiche der Wissenschaft ist dies eine längst bekannte Thatsache. Man findet daher in fachwissenschaftlichen Werken niemals eine positive Angabe der Meilenzahl für irgend welche Entfernung eines Himmelskörpers aufgestellt, sondern begnügt sich mit der Feststellung einer Verhältnis-Zahl, das heißt: man giebt an, wie sich die fragliche Entfernung zu der Entfernung der Erde von der Sonne verhält, um wie viel sie größer oder kleiner als diese ist.

Die Entfernung der Sonne von der Erde beträgt etwa 20 Millionen Meilen — — wie aber hat man das wohl festgestellt?

II. Die Venus-Durchgänge.

Der Versuch, die Entfernung der Sonne von der Erde zu messen, wurde bereits im hohen Altertum angestellt allein die Griechen, die Träger und Pfleger aller exakten Wissenschaften, erkannten auch schon, daß diese Entfernung für ihre wissenschaftlichen Hilfsmittel unermeßlich sei, und sie begnügten sich daher mit Annahmen, die mehr auf Vermutungen als auf sicheren Grundlagen der Forschungen beruhten.

Erst mit dem Erwachen der Wissenschaften in Europa nach den finstern Zeiten des glaubensstarken Mittelalters kam man auf Methoden, diese Frage gründlicher zu lösen, wozu freilich sehr viel gehörte, was den Griechen nicht zu Gebote stand. Vor allem gehört zu der Methode, von der wir nunmehr sprechen wollen, die Kenntnis von der Thatsache, daß der Planet Venus zuweilen in seinem Umlauf um die Sonne so vor der Sonnenscheibe vorüberwandert, daß wir die Venuskugel als schwarzen, runden Flecken den lichten Hintergrund der Sonne durchschreiten sehen. Diese seltene, in einem Jahrhundert höchstens zweimal vor sich gehende Himmelserscheinung, deren Beobachtung die Grundlage der Kenntnis der Sonnen-Entfernung ist, war in alten Zeiten, wo man kein Fernrohr besaß, unbekannt.

Ferner gehört zur Anwendung dieser Methode die Kenntnis eines Gesetzes über das Verhältnis der Umlaufszeiten der Planeten zu ihren Entfernungen von der Sonne, welches Gesetz

erst von Kepler im Anfang des siebzehnten Jahrhunderts entdeckt wurde.

Endlich beruht der Vorzug dieser Methode auf dem Gebrauch der Uhr als genaues Zeitmaß, welche die Alten ebenfalls nicht besaßen.

Nach mehrfachen vergeblichen Bemühungen, die Entfernung der Erde von der Sonne mit einiger wissenschaftlichen Sicherheit festzustellen, erwarb sich der englische Astronom Halley den Ruhm, die Methode, welche bis auf die neueste Zeit als die einzig sichere galt, erdacht und in der Forscherwelt bekannt gemacht zu haben. — Die Art, wie er dies that, und der Umstand, daß er die Beobachtung einer Himmelserscheinung zur Erforschung der Wahrheit so dringend der Nachwelt anempfahl, von der er wußte, daß er sie nicht erleben werde, sind so schlicht und ansprechend, daß wir gern einige seiner Worte hierüber unsern Lesern vorführen.

Halley war der große Astronom, der, wie wir schon oben hörten, die Wahrheit entdeckte, daß die Kometen, die bis zu seiner Zeit Gegenstände abergläubischer Furcht waren, Himmelskörper seien, welche in regelmäßigen und berechenbaren Bahnen um die Sonne laufen. Halley war aber eben so zuverlässig in den Beobachtungen, wie in den Rechnungen, und gehört überhaupt zu den hohen Geistern der Bildung und Aufklärung, die in glänzender und erfolgreicher Weise den Geist der Menschheit von vielen Übeln des Aberglaubens und der Vorurteile nicht nur für ihre, sondern auch für die folgenden Zeiten befreiten.

Über die Methode, die Sonnen-Entfernung zu messen, sagt er nun in seiner Abhandlung Folgendes:

„Es giebt viel Dinge in der Welt, die auf den ersten Blick sonderbar, ja unglaublich erscheinen, und die dennoch wahr und mit Hilfe der Mathematik leicht zu beweisen sind. Was sollte es wohl Schwereres geben als die Bestimmung der Entfernung

der Sonne von der Erde? Gleichwohl ist diese Bestimmung leicht, sobald ihr nur die nötigen Beobachtungen vorangehen, wie ich sogleich zeigen werde."

„Vor vierzig Jahren (im Jahre 1677) war ich auf der Insel St. Helena, um daselbst die Sterne des südlichen Himmels zu beobachten. Zufällig ereignete sich in dieser Zeit ein Durchgang des Planeten Merkur vor der Sonnenscheibe. Indem ich diesen mit einem guten Fernrohr beobachtete, bemerkte ich bald, daß sich diese Erscheinungen mit besonderer Genauigkeit verfolgen lassen. Dabei fiel mir ein, daß durch solche Beobachtungen wohl die Entfernung des Merkur von der Erde könnte gemessen werden und daß sich hiernach auch die Sonnen-Entfernung genau durch Berechnung müßte finden lassen. Allein bei näherer Erwägung erkannte ich sofort, daß der Planet Merkur der Sonne zu nahe und der Erde zu fern ist, um auf diesem Wege zu einem sichern Ziele zu gelangen."

„Aber bei Venus — fiel mir ein — ist dies Verhältnis viel günstiger. Denn dieser Planet kommt der Erde im Moment, wo er als schwarzer Fleck auf der Sonnenscheibe sichtbar ist, viel näher als Merkur. Zwei Beobachter auf verschiedenen Punkten der Erde würden in einem und demselben Augenblick diesen Flecken auf verschiedenen Stellen der Sonnenscheibe erblicken. Dadurch aber würde sich sofort verraten, um wie viel uns die Venus näher sein muß als die Sonne und bei genauer Beobachtung würde die Grundlage gegeben sein, diese Enfernungen zu berechnen."

Halley weist nun nach, daß es hierbei gar nicht einmal einer Messung bedarf, sondern nur ein gutes Fernrohr und eine gute Uhr nötig sind, um an verschiedenen Orten der Erde die Dauer des ganzen Durchganges der Venus durch die Sonnenscheibe genau zu notieren. Diese Dauer wird, wie er richtig zeigt, sehr verschieden sein, je nachdem man sich auf einem Punkte der Erde befindet, wo man die Erscheinung im

Zenith hat, oder auf einem, wo man sie im Horizonte sieht. Im ersteren Falle ist man der Venus um einen Halbmesser der Erdkugel näher, und die Dauer des Durchganges wird etwas kürzer sein, während man im letzteren Falle der Venus um den Halbmesser der Erdkugel ferner ist, und demnach den Durchgang der Venus etwas langsamer sehen wird. Aus dem Unterschied dieser Dauer aber würde sich eben die Entfernung von Venus ergeben, und hieraus läßt sich nach dem Keplerschen Gesetz die Entfernung von der Sonne sehr leicht finden.

Halley berechnete nun den nächsten Durchgang der Venus und fand, daß er erst am 26. Mai 1761 stattfindet. Da er im Jahre 1656 geboren war, wußte er sehr wohl, daß er diese Erscheinung nicht mehr erleben werde. Er schließt daher seine Abhandlung hierüber mit folgenden schlichten Worten, die ein schönes Zeugnis seiner Geistesgröße wie Seelentiefe sind:

„Ich empfehle daher diese Methode auf das dringendste allen Astronomen, welche Gelegenheit haben sollten, diese Erscheinung zu einer Zeit zu beobachten, wenn ich schon gestorben sein werde. — Mögen sie dieses meines Rates eingedenk sein, und sich recht fleißig mit aller ihrer Kraft auf diese wichtigen Beobachtungen verlegen. Ich wünsche ihnen von Herzen, daß sie erstens durch ungünstiges Wetter des ersehnten Anblicks nicht beraubt werden, und dann, daß ihnen, wenn sie die wahre Größe der Planeten-Bahnen mit mehr Genauigkeit bestimmt haben, hierdurch unsterblicher Ruhm und Ehre ersprieße!"

Diese weisen Worte der Wahrheitsliebe und der Geistesgröße sind von den Überlebenden in vollem Maße beachtet worden, wie wir dies nunmehr zeigen werden.

III. Ergebnisse der Beobachtungen der Venus-durchgänge.

Die Geschichte der Astronomie ist reich an prophetischen Blicken, welche die wissenschaftlichen Aufgaben der Zukunft samt ihren Erfolgen lange Zeiten vorher bezeichnen. Solch ein Blick prophetischer Natur war auch der Halleys: sein Hinweis auf die Arbeit derer, die ihn überleben werden, hat sich vollkommen bestätigt.

Neunzehn Jahre nach dem Tode des großen Mannes trat im Jahre 1761 der Durchgang des Planeten Venus durch die Sonnenscheibe ein, und die Astronomen verabsäumten nicht, die ihnen gestellte Aufgabe zu erfüllen. Allein Halley selber hatte schon darauf hingewiesen, daß acht Jahre darauf, am 3. Juni 1769, die Erscheinung wiederum und zwar unter Umständen stattfände, die der Beobachtung günstiger sein würden, und so wurde denn von den Trägern der Wissenschaft damaliger Zeit alle Aufmerksamkeit auf dieses Himmels-Ereignis gerichtet, von welchem jeder wußte, daß er eine dritte nochmalige Wiederholung nicht erleben würde.

Die Bahn, in welcher Venus um die Sonne läuft, und das Verhältnis der Zeit dieses Umlaufs zur Umlaufszeit der Erde ist nämlich so beschaffen, daß die Wiederholung der besprochenen Erscheinung zwei sehr ungleiche Epochen hat. Wenn Venus einmal zwischen Erde und Sonne so hindurchgegangen ist, daß sie uns als schwarzer Flecken auf der Sonnenscheibe sichtbar wird, so folgt diese Erscheinung nochmals nach circa acht Jahren. Nach diesem zweiten Durchgang vergeht aber mehr als ein ganzes Jahrhundert, bevor dies Ereignis wiederum eintritt. — Die letzten beiden Durchgänge, die sehr eifrig beobachtet wurden, fanden statt am 9. Dezember 1874 und am 6. Dezember 1882; den nächsten aber dürfte

keiner unsrer Leser mehr erleben, da er erst am 8. Juni 2004 stattfindet.

Im Bewußtsein, daß der letzte Termin zur Erforschung der Entfernung der Sonne für das lebende Geschlecht des vorigen Jahrhunderts in das Jahr 1769 falle, wurden denn auch die Vorbereitungen zur würdigen Benutzung der Gelegenheit in außerordentlichem Grade getroffen. Es galt, die angemessenen Orte der Erde aufzusuchen, wo die Erscheinung mit Aussicht auf Erfolg wahrgenommen werden konnte. Es galt auch zugleich, viele Beobachter in all jenen Gegenden nach verschiedenen Plätzen zu beordern, damit ihre Beobachtungen sich gegenseitig zu ergänzen vermochten, und um sich zu sichern gegen trübe Witterung, die an einem und demselben Orte sämtliche Beobachtungen stören konnte. Die Astronomen wandten sich daher an sämtliche Regierungen, um deren Wetteifer zur Erreichung eines sichern Ergebnisses anzuspornen, und es wurden Expeditionen systematisch ausgerüstet, um auf allen Punkten der Erde, die für diesen Zweck geeignet erschienen, die kostbaren Stunden ausbeuten zu können.

Während Frankreich seine Gelehrten nach Kalifornien, nach St. Domingo und nach Ostindien aussandte, besetzte die Akademie der Wissenschaften in London die Posten in Nordamerika, Madras und Otaheiti. Die Kaiserin Katharina von Rußland ließ Gelehrte und astronomische Instrumente aus Deutschland und der Schweiz kommen und stattete und rüstete damit wissenschaftliche Expeditionen in die Nordpolgegenden aus. Überdies nahmen auch Gelehrte und Laien in allen Teilen Europas an dem Ereignis regen Anteil und beeiferten sich, ihre Dienste der Wissenschaft anzubieten und darzubringen.

So brachte denn der Durchgang der Venus vom Jahre 1769 ein sehr reichhaltiges, wissenschaftliches Beobachtungs-Material zusammen, und es galt nunmehr dies zu prüfen, zu sichten und aus den zuverlässigsten derselben das Resultat

zu gewinnen; es galt einer Arbeit, die bei weitem schwieriger war als die Beobachtung selbst, zu der nichts als ein ruhiges Auge, ein gutes Fernrohr, eine richtig gehende Uhr und ein gewissenhaftes, sicheres Notieren der Erscheinung nötig war.

Die Astronomen von England, Frankreich und Schweden verabsäumten nicht, die Ergebnisse ihrer Berechnungen bekannt zu machen, der Ruhm jedoch, die beste, umfangreichste und sicherste Arbeit hierüber geleistet zu haben, gebührte dem ehemaligen Direktor der Berliner Sternwarte, Encke, deren Resultate bis in neuere Zeit Gemeingültigkeit in allen wissenschaftlichen Werken gewonnen haben.

Nach Durchmusterung und Prüfung aller brauchbaren Materialien sowohl aus dem Venus-Durchgang des Jahres 1761 wie dem des Jahres 1769 lieferte Encke 1825 sein zweibändiges Werk: „Die Entfernung der Sonne", welche den jungen Forscher zu einer Autorität in seinem Gebiete machte und seinem gefundenen Resultat allgemeine Annahme verschaffte. Nach diesem Resultat ist die Entfernung der Sonne so groß, daß zwei Linien, die eine vom Mittelpunkt der Erde und die andere von einem der Pole der Erde nach einem Punkt in der Sonne hingezogen, dort einen Winkel von nur $8^1/_2$ Sekunden bilden würden, und das ist ein so kleiner Winkel, daß er in der That durch direkte Messung nur sehr unsicher würde bestimmt werden können. Dieses Resultat in geographischen Meilen ausgedrückt, von welchen 15 auf einen Grad des Äquators der Erde gehen, ergiebt eine Entfernung der Sonne von 20 Millionen und 680000 Meilen, wobei noch eine Unsicherheit von circa 90000 Meilen obwaltet.

So sind denn bis jetzt die Durchgänge der Venus als das Hauptmittel zur Bestimmung der Sonnen-Entfernung geltend gewesen, und so mußte es denn auch bei den bisher festgestellten Resultaten verbleiben, und es schien kaum möglich, mindestens bis zu der Zeit, wo wiederum zwei solche Durch-

gänge stattfanden (1874 und 1882), eine Korrektur dieser Werte zu erlangen. — Allein die neueste Zeit hat trotzdem bewiesen, daß die Wissenschaft, die — Heil uns! — nicht umkehrt, auch nicht einmal still stehen will, sondern im Fortschritt des Menschengeistes stets sich ergänzt, auch in diesem Punkte nach neueren Bahnen zur richtigern Würdigung und Ergänzung erkannter Wahrheiten strebt.

IV. Die Störungen des Mondlaufs.

Um unseren Lesern treuen Bericht zu erstatten von dem stets regen Fortschritt des Geistes in dem Bereiche der Naturwissenschaft, um ihnen ein erhebendes Beispiel ausdauernder und konsequenter Forschungen vorzuführen, die auf diesem Gebiete auch in neuester Zeit zu Ergebnissen geführt haben, auf welche wir mit dem tröstlichen Bewußtsein hinblicken dürfen, daß Licht und Wahrheit unvertilgbar siegreich walten, um all dies faßlich und in geordneter Reihenfolge darzustellen, müssen wir für einen Augenblick die fernen Himmelsräume der Planetenbahnen verlassen, um bei unserem nächsten Nachbar, dem Monde vorzusprechen, dessen stiller Gang am Himmelszelt seinen vertrauten Freunden, den Astronomen, viel mehr erzählt als all die ahnen, welche „von Wissensqualm entladen, in seinem Licht gesund sich baden."

Unser Mond spielt im Organismus des Sonnen-Systems eine Rolle wie der Puls im Organismus des menschlichen Körpers. Wie der Arzt an der Verlangsamung oder Beschleunigung des Pulsschlages die Hemmungen und Störungen der Ordnung erkennt, denen das Herz ausgesetzt ist, und den Reiz der Nerven ermißt, die als Triebkraft in demselben

wirken, so erkennt der Himmelskundige an jeder Verzögerung und Beschleunigung im Lauf des Mondes um die Erde, die Verschiedenheiten in der Einwirkung der Anziehungskraft, die die Erde auf den Mond ausübt, oder richtiger die Verschiedenheit der Nähe und der Ferne, in welcher sich der Mond zeitweise zur Erde befindet.

Nun aber giebt es viele Ursachen für die zeitweise Verschiedenheit des Mondlaufs am Himmelsdome. Zuerst ist die Mondbahn selber nicht ein Kreis, sondern eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Erde sich befindet. Der Mond kommt also in seinem Umlauf allmonatlich auf einem Teil seiner Bahn der Erde näher, als auf dem andern Teile, und in einem durch Gesetze längst festgestellten Maße bewegt er sich während seiner Erdnähe geschwinder in seiner Bahn, als in der Erdferne. Diese Ungleichheit im Mondlaufe tritt jeden Monat ein und gleicht sich denn auch in dem Monat aus. Es ist diese Ungleichheit wie der Pulsschlag eines gesunden Menschen, der auch gegen Abend etwas schneller und gegen Morgen etwas langsamer geht, in vierundzwanzig Stunden aber in seinem Durchschnittsgang sich ausgleicht.

Zu dieser ersten in der Gestalt der Mondbahn selbst liegenden und periodisch leicht übersichtlichen Verschiedenheit des Mondlaufs kommen aber noch andere von außen her, welche die Erscheinung sehr verwickelt machen, so daß es der allerfeinsten Beobachtung und der allerschärfsten Berechnung noch immer nicht gelingt, den Mondlauf zu jeder Zeit mit der Genauigkeit anzugeben, nach welcher die exakte Wissenschaft hinstrebt.

Dem Laien freilich ist die Genauigkeit, mit welcher die Himmelskunde die auffallendsten Erscheinungen auf Jahrhunderte vorausberechnet und verkündet, schon mehr, als zur Befriedigung seiner Wißbegierde nötig ist. Die Wissenschaft aber, der es nicht um ihren Glanz und Ruhm, sondern um die Erforschung

der Wahrheit, die Ergründung der Naturgesetze und die richtige Erklärung ihrer regelmäßigen wie abweichenden Erscheinungen zu thun ist, die Wissenschaft spürt mit ganz besonderem Eifer jeder Grenze ihres Wissens nach und erblickt in jedem Rätsel, das sich ihr auf diesem Wege entgegenstellt, nur einen Sporn zum Fortschritt des Geistes, einen neuen Antrieb, der Erkenntnis der Wahrheit näher zu kommen. — Und zu diesen feinsten, verwickeltsten und der direkten Lösung am meisten widerstehenden Rätseln gehört eben die Genauigkeit des Mondlaufs, von der gar viele Laien meinen, daß sie längst vollkommen gelöst sei.

Als eine Hauptursache der Störung des Mondlaufs ist nun schon seit zwei Jahrhunderten die Anziehungskraft der Sonne bekannt. In der Zeit des Neumondes, wo sich der Mond zwischen Erde und Sonne befindet, also der Sonne um funfzigtausend Meilen näher ist als die Erde, übt die Sonne natürlich auf den Mond eine stärkere Anziehung aus als auf die Erde, und dadurch entfernt sich der Mond etwas von der Erde, und die Geschwindigkeit seines Umlaufs wird geringer. Zur Zeit des Vollmondes steht die Erde zwischen Sonne und Mond und ist also der Sonne um funfzigtausend Meilen näher als der Mond, da ist denn auch die Anziehungskraft der Sonne auf die Erde stärker als auf den Mond und dadurch wird wiederum die Entfernung zwischen Mond und Erde größer und die Umlaufsgeschwindigkeit des Mondes kleiner. In der Zeit der ersten und des letzten Mondviertels dagegen stehen Mond und Erde gleich weit entfernt von der Sonne und die Anziehung der Sonne bewirkt, daß Mond und Erde sich einander ein Weniges nähern, wodurch wiederum eine Beschleunigung des Mondlaufs zu Wege kommt.

Allein auch diese Störung des regelmäßigen Mondlaufs durch Anziehung der Sonne wird wiederum durch zwei Umstände wesentlich geändert, die den Lauf des Mondes noch verwickelter machen. Die Richtung, in welcher der Mond sich um

die Erde bewegt, geht in der Zeit eines Monats bald auf die Sonne zu, bald von ihr fort, und es wechseln daher Beschleunigung und Verzögerung dieses Ganges noch außer der oben erwähnten Störung viermal in jedem Monat ab. Dazu kommt aber auch noch der Umstand, daß die Erde in ihrer elliptischen Bahn in einem halben Jahre der Sonne näher ist als in dem andern, wodurch all die Wirkungen der Sonne auf den Mondlauf in Zeit eines Jahres bald stärker, bald schwächer werden. Es ist darnach zur richtigen Bestimmung des Mondlaufes in jeder beliebigen Zeit eine Berechnung von zunächst vier verschieden wirkenden Verhältnissen nötig, die, in einander wirkend und einander wieder störend, eine sehr verwickelte Aufgabe bilden.

Mit all' dem, was wir hier flüchtig erwähnt haben, ist aber keineswegs die Summe aller Störungen erschöpft, die der Mond in seinem Laufe erleidet, es treten vielmehr noch andere viel feinere und verwickeltere Umstände hinzu, die jede für sich gesondert ihre Einwirkung auf die Bewegung dieses Begleiters der Erde ausüben, und die mit jedem Augenblicke wiederum in ihrer Veränderlichkeit die ganze Lage der Rechnung ändern.

Die fleißige Beobachtung des Mondlaufs und die genaue Feststellung jeder noch so geringen Abweichung desselben von dem Resultat der Berechnungen ist daher die beste Kontrolle der Wissenschaft. Diese Kontrolle wurde von der Wahrheitsliebe ihrer Jünger stets aufs treueste ausgeübt, und infolge der gewissenhaften Kontrolle erkannte der verdienstvolle Astronom Hansen, der ehemalige Direktor der Sternwarte Seeberg bei Gotha, zuerst im Jahre 1854, daß die bisher nach Enckes Arbeiten angenommene Entfernung der Sonne von der Erde zu groß sei und einer beträchtlichen Verbesserung bedürfe.

Wie richtig die Behauptung Hansens war und wie wunderbar sich bald von den verschiedensten Seiten her eine Bestätigung

derselben ergeben hat, das wollen wir in den ferneren Artikeln unseren Lesern darthun.

V. Wie die Erde und der Mond um die Sonne wandern.

Hansen legte seinen wertvollen Untersuchungen des Mondlaufs hauptsächlich die Beobachtungen zu Grunde, welche in den Sternwarten zu Greenwich in England und Dorpat in Rußland seit Jahrzehnten mit aller Sorgfalt wissenschaftlicher Strenge angestellt wurden. Er ging hierbei von dem theoretisch sichern Gesichtspunkt aus, daß alle Störungen im Lauf des Mondes, die von der Sonne bewirkt werden, abhängig sind von dem Verhältnis der Entfernung der Sonne zu der Entfernung des Mondes von der Erde. Auch dem Laien wird es wohl leicht begreiflich, daß, wenn die Anziehung der Sonne eine Veränderung in dem Gang des Mondes um die Erde bewirkt, hierbei die Nähe oder Ferne der Sonne eine Hauptrolle spielen müsse. Als nun Hansen die Größe dieser Störung, wie sie die Beobachtungen ergeben, mit derjenigen verglich, welche aus der Theorie folgt, kam er zu dem Resultat, daß die Störung in Wirklichkeit größer sei, als sie nach der Theorie sein müßte, und er zog hieraus den Schluß, daß die Sonne nicht so entfernt sein könne, als es bisher nach Enckes Berechnungen der Venus-Durchgänge angenommen wurde. Aus Hansens Rechnungen ergab sich, daß die Sonne uns fast um $^1/_{30}$ näher sein müsse, als die bisherigen Angaben behaupten.

Dieses Resultat der Hansenschen Untersuchungen aus dem Jahre 1854 wurde von dem englischen Astronomen Airy im Jahre 1859 bestätigt.

Inzwischen hatte aber auch schon Leverrier in Paris zwei andere und von einander ganz verschiedene Wege zur Feststellung der Sonnen-Entfernung mit günstigem Erfolge eingeschlagen und von diesen haben wir nunmehr unseren Lesern Bericht zu erstatten.

Es ist seit den Zeiten, wo Newtons Lehre von der Anziehungskraft der Himmelskörper näher entwickelt worden, bereits allen Naturforschern bekannt, daß genau genommen nicht der Mond sich um die Erde bewege und nicht die Erde um die Sonne, sondern daß Erde und Mond ein zusammengehöriges Paar bilden, deren gemeinschaftlicher Schwerpunkt in einem Jahre um die Sonne wandert, während Mond und Erde in jedem Monat einen Umlauf um diesen ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt machen.

Um sich ein Bild von diesem Zustande zu verschaffen, wollen wir uns denken, daß jemand eine große und eine kleine Kugel durch einen langen Faden mit einander verbindet und beide Kugeln mit starker Kraft fortschleudert. Die kleine Kugel wird sich infolge der schleudernden Kraft viel schneller fortbewegen wollen als die große, da sie aber durch den Faden an die große Kugel befestigt ist, wird sie genötigt sein den langsamern Flug ihrer größern Genossin mitzumachen, dafür aber wird sie noch eine zweite Bewegung vollführen und ihre größere Flugkraft durch einen Umlauf um die große Kugel befriedigen. Wer ein solches Kugelpaar durch die Luft dahinfliegen sieht, der wird auch bemerken, daß beide Kugeln während ihres Fluges stets von der Erde angezogen werden, auf welche sie dann auch endlich niederfallen. Man wird also eigentlich nicht sagen können, daß die große Kugel ihren Flug mache und von der kleinen, die um sie kreist, begleitet werde, sondern man wird mit Recht beider Flug als einen gemeinsamen betrachten müssen.

Bei noch genauerer Beobachtung wird sich's aber ergeben,

daß es mit dem Flug beider Kugeln noch eine andere Bewandtnis habe. Sind nämlich die beiden Kugeln nicht sehr verschieden an Größe, oder eigentlich an Schwere, so wird man sofort sehen, daß sie während ihres Fluges beide um einander Kreise beschreiben, oder richtiger, daß sie beide einen Umschwung um einen Punkt nahe in der Mitte des Fadens machen, der sie verbindet. Dieser Punkt ist eben der gemeinsame Schwerpunkt beider Kugeln, denn wenn man statt des Fadens eine feste Stange nimmt und diesen Punkt der Stange wie den Balken einer Wagschale unterstützt, so werden sich beide Kugeln das Gleichgewicht halten. Ist eine der Kugeln zweimal so schwer als die andere, so wird der gemeinsame Schwerpunkt nicht in der Mitte des Fadens oder der Stange, sondern zweimal so weit ab von der leichteren Kugel liegen als von der schwereren. Je leichter die eine Kugel gegen die andere ist, desto näher wird der gemeinsame Schwerpunkt zu der andern, der schwereren Kugel, hinrücken. Und dieser gemeinsame Schwerpunkt wird auch der Drehpunkt sein, um welchen beide Kugeln in ihrem Fluge einen Kreis beschreiben. Dieser gemeinsame Schwerpunkt wird es eben sein, der infolge der Schleuderkraft seine regelrechte Bahn durch die Luft macht, während beide Kugeln um diesen Punkt herum noch einen besonderen Umlauf machen.

Da nun der gemeinsame Schwerpunkt stets der größeren Kugel näher liegt als der kleineren, so versteht es sich von selbst, daß die kleinere, oder richtiger leichtere Kugel einen größeren Kreis um den Schwerpunkt zu machen hat, als die andere. Ja, es kann, wenn die eine Kugel sehr groß und schwer und die andere sehr klein und leicht ist, kommen, daß der gemeinsame Schwerpunkt gar innerhalb der großen Kugel liegt, so daß die große Kugel einen ganz unmerklichen Kreis um diesen Punkt beschreibt, während die

kleinere Kugel, allem Anscheine nach, um die große herumfliegt. In Wahrheit aber ist dies nur ein Schein. Theorie und Praxis lehren und beweisen es unter all' solchen Umständen, daß der gemeinsame Schwerpunkt der eigentliche Punkt sei, der die richtige Bahn inne hält, während der schwere wie der leichte Körper um diesen Punkt einen besonderen Umschwung machen.

Ganz dasselbe, was wir hier von den zwei Kugeln gesagt haben, die man in die Luft hineinschleudert, gilt aber auch von den zwei Himmelskörpern, Erde und Mond, die, von gemeinsamer Kraft getrieben, ihren Umlauf um die Sonne machen. Es ist in Wirklichkeit nicht die Erde, die um die Sonne ihren Jahres-Umlauf macht, und auf diesem Spaziergang von dem um sie herum rennenden Monde begleitet wird, sondern Erde und Mond machen wie zwei geschleuderte Kugeln diese Reise gemeinschaftlich. Ihre gegenseitige Anziehungskraft ist der unsichtbare Faden, der sie verbindet. Auf dieser Verbindungs-Linie ist es in Wahrheit nur der gemeinsame Schwerpunkt der Erd- und der Mondkugel, welcher regelrecht seinen Weg um die Sonne macht. Und um diesen Schwerpunkt — der freilich noch innerhalb der Erdkugel liegt, weil diese viel schwerer ist als die Mondkugel, — macht sowohl die Erde wie der Mond einen monatlichen Umlauf; die schwerere Erde in ganz unmerklicher Weise und der leichtere Mond so merklich, als ob er wirklich um die Erde selber herumginge.

Auf Durchforschung und Berechnung dieser Thatsachen, die an sich schon längst allen Naturforschern bekannt waren, beruht nun, wie wir sehen werden, die erste Methode, welche Leverrier in Paris angewendet hat, um die Sonnen-Entfernung näher kennen zu lernen.

VI. Der Schwerpunkt der Erd- und Mondmasse.

Geht man auf die vollkommen richtige und von der Wissenschaft längst festgestellte Vorstellung ein, daß nicht die Erde um die Sonne, und nicht der Mond um die Erde wandert, sondern daß der gemeinsame Schwerpunkt der Erd- und der Mondmasse es ist, der die regelrechte Bewegung um die Sonne macht und Erde und Mond einen allmonatlichen Umlauf um diesen ihren gemeinsamen Schwerpunkt machen, so ergiebt sich eine Reihe von Fragen, deren Beantwortung von der höchsten Wichtigkeit ist.

Erstens entsteht die Frage: wo denn eigentlich der gemeinsame Schwerpunkt der zwei sehr ungleichen Kugeln, Erde und Mond, liegt?

Zweitens: läßt sich der monatliche Umlauf der Erde um diesen gemeinsamen Schwerpunkt auch durch Beobachtungen sicher erkennen und messen?

Endlich drittens: wenn sich diese Bewegung erkennen und messen läßt, welch' andere Rätsel des Himmels vermag man wohl durch diese Wahrnehmung zu lösen?

Die zwei ersten Fragen waren bereits längst von der Wissenschaft aufgestellt und bis auf eine gewisse Grenze auch mit Genauigkeit beantwortet worden.

Leverrier hat bei seiner Arbeit nur nötig gehabt, alle Vorarbeiten der Rechner und Beobachter genau zu revidieren und die Resultate derselben für seinen Zweck nutzbar zu machen. Die dritte Frage beantwortet Leverrier dahin, daß aus den Ergebnissen der zwei ersten Fragen eben die Sonnen-Entfernung genauer als bisher würde bestimmt werden können.

Wir wollen nun der Reihe nach die drei Fragen verfolgen, um deren Gesamt-Resultat unsern Lesern deutlich zu machen.

Um die Lage des gemeinsamen Schwerpunkts der zwei

Kugeln, Erde und Mond, genau zu bestimmen, dazu gehört, daß man zuvörderst die Entfernung der beiden Kugeln von einander kennt, und zwar die Entfernung ihrer Mittelpunkte. Diese Kenntnis ist in hinreichendem Maße bereits von der Wissenschaft durch direkte Messungen gegeben. Nunmehr muß man aber auch die Masse, das Gewicht beider Kugeln kennen, oder was dasselbe ist: ihre Anziehungskräfte. Hierin bietet die Kenntnis der Erdmasse, oder deren Anziehungskraft keine Schwierigkeit dar; denn diese ist durch Messung von Pendelschwingungen in außerordentlich zahlreichen und genauen Versuchen hinreichend sicher festgestellt. Dahingegen ist die Bestimmung der Mond-Masse oder die Anziehungskraft des Mondes nicht so leicht zu ermitteln, und man muß hier schon zu anderweitigen Erscheinungen seine Zuflucht nehmen, die sehr verwickelter Natur sind.

Indessen hat die Wissenschaft hierin schon reiche Vorarbeiten geliefert, die ein befriedigendes Resultat ergeben, wenngleich eine Verbesserung derselben noch immer wird erstrebt werden müssen. Um diese Vorarbeiten im allgemeinen zu erwähnen, wollen wir unsere Leser nur daran erinnern, daß Ebbe und Flut eine Folge der Anziehung des Mondes ist. Aus der Höhe der Fluten hat schon Laplace im vorigen Jahrhundert die Stärke der Anziehungskraft des Mondes zu bestimmen gesucht, und auf demselben Wege hat man bis in die neueste Zeit diese Kraft fortdauernd der Beobachtung und der Berechnung unterzogen. Es giebt aber noch einige andere Erscheinungen, die gleichfalls von der Anziehungskraft des Mondes herrühren und zur Messung dieser Kraft große Dienste leisten. Um eine dieser Erscheinungen hier vorzuführen, wollen wir nur andeuten, daß unsere Erde bekanntlich nicht eine vollkommene Kugel ist, sondern eine Abplattung an beiden Polen und eine Anschwellung am Äquator hat.

Denken wir uns nun eine vollkommene Kugel aus der

Erde herausgeschnitten, so bliebe noch ein starker, breiter Ring aus dem Äquator der Erde übrig. Es haben nun die Astronomen durch Rechnung nachgewiesen, daß der Mond, der in seinem Lauf bald nördlich, bald südlich von dem Äquator der Erde steht, noch eine besondere Anziehung auf den erwähnten Äquator-Ring ausübt und dadurch der Erdaxe eine kleine Schwankung erteilt, die in je neunzehn Jahren ihren Lauf vollendet. Diese kleine Schwankung ist durch Messungen am Fixsternhimmel bestätigt und genau bestimmt. Dadurch ist sie gleichfalls ein Maßstab, um die Mond-Masse oder dessen Anziehungskraft näher kennen zu lernen. Aus all' solchen sehr subtilen, aber mit außerordentlichem Scharfsinn benutzten Erscheinungen ist die Wissenschaft auf weitem Umwege zur Kenntnis der Mond-Masse gelangt, und somit war sie auch imstande, die erste unserer Fragen dahin zu lösen, daß der gemeinsame Schwerpunkt der Erd- und der Mond-Kugel nur etwa 560 Meilen vom Mittelpunkt der Erde entfernt ist, das heißt: dieser Schwerpunkt liegt noch circa 290 Meilen unter der Oberfläche der Erde.

Da nun dieser Schwerpunkt es eigentlich ist, der alljährlich den regelmäßigen Umlauf um die Sonne macht, und Erde und Mond dabei allmonatlich um diesen ihren gemeinsamen Schwerpunkt einen Kreis beschreiben, so haben wir uns den wahren Weg der Erde um die Sonne so vorzustellen, daß der Mittelpunkt der Erde, der in einem Monat mehr als 10 Millionen Meilen dahin fliegt, einmal 560 Meilen über und einmal 560 Meilen unter dieser Bahn sich befindet, und also im Jahre circa zwölf solch kleine Schwankungen und Abweichungen von seiner Bahn macht, die freilich so geringfügig sind, daß sie für die gewöhnliche Beobachtung ganz unmerklich sein müssen.

Gleichwohl hat die genaue Meßkunde unserer Zeit bewiesen, daß auch diese sehr geringfügige Abweichung, oder richtiger

der kleine, allmonatliche Umlauf der Erde um jenen gemeinsamen Schwerpunkt eine Größe ist, die der Beobachtung nicht entgeht, und somit ist denn auch die zweite der obigen Fragen erledigt.

Bekanntlich erscheinen uns alle Bewegungen der Erde so, als ob die Erde feststände und die Himmelskörper sich um dieselbe bewegten. Gilt dies nun von der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne so gut wie von der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe, so ist es leicht einzusehen, daß auch der allmonatliche Umschwung der Erde um den gemeinsamen Schwerpunkt eine Scheinbewegung der Sonne hervorbringen, daß also die Sonne zwölfmal im Jahre ein wenig von ihrer Bahn abzuweichen scheinen müsse. Hierin wäre denn ein merkbares Zeichen vorhanden, die Existenz jener Erdbewegung festzustellen.

Dies ist nun wirklich der Fall. Diese Scheinbewegung der Sonne, hervorgerufen durch die wirkliche, allmonatliche Bewegung der Erde um den erwähnten Schwerpunkt, ist durch Beobachtungen nachgewiesen. Hiermit aber war, wie wir nunmehr zeigen werden, auch der Weg geebnet genug, um Leverrier zum Ziele seiner Untersuchungen zu führen.

VII. Die Störungen der Planeten-Bahnen.

Die kleine Umlaufsbewegung, welche die Erde allmonatlich um den erwähnten gemeinsamen Schwerpunkt macht, spiegelt sich wirklich am Himmel in einer kleinen Schwankung der Sonne in ihrer scheinbaren Bahn wieder.

Wenn man den Weg der Sonne mit der Genauigkeit verfolgt, welche unsere gegenwärtigen Meß-Instrumente gestatten,

so bemerkt man, daß zur Zeit des ersten und zur Zeit des letzten Mond-Viertels die Sonnenkugel am Himmel eine geringe Abweichung von der geraden Bahn der Ekliptik hat. Diese Abweichung liegt stets nach der Seite hin, wo sich zur Zeit der Mond befindet, und es ist nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, daß dies nur eine scheinbare Bewegung der Sonne und ein Gegenbild der wirklichen Bewegung der Erde ist, die diese in ihrem Umlauf um den gemeinsamen Schwerpunkt macht.

Da es Leverrier darauf ankam, diese scheinbare Abweichung genau zu bestimmen, so unterzog er die Messungen, welche in Greenwich, Königsberg und Paris am Stand der Sonne durch viele Jahre angestellt worden, einer genauen Untersuchung, und es ergab sich, daß diese Abweichung, in sehr naher Übereinstimmung all der Beobachtungen, einen Winkel von $6^1/_2$ Sekunden beträgt, oder — um unsern Lesern ein anschaulicheres Maß von der Kleinheit der Abweichung zu geben — daß die Sonne in ihrer größten Abweichung nur ein so kleines Stückchen aus der Bahn geht, wie der dreihundertste Teil ihres scheinbaren Durchmessers beträgt.

Es läßt sich nunmehr mit Leichtigkeit erkennen, wie Leverrier nach dieser genauen Feststellung die wahre Entfernung der Sonne zu berechnen imstande war. Wenn es nämlich sicher ist, wie weit der gemeinsame Schwerpunkt der Erd- und Mondkugel vom Mittelpunkt der Erde absteht, so bildet dieser Abstand den Halbmesser des Kreises, den die Erde allmonatlich beschreibt. Nehmen wir nun diesen Abstand in runder Zahl auf circa 560 Meilen an, so muß die Sonne so entfernt sein, daß die 560 Meilen von der Sonne aus gesehen, nur unter einem Winkel von $6^1/_2$ Sekunden erscheinen. Hieraus ergiebt denn eine sehr einfache Berechnung die Entfernung der Sonne in Meilen, und so gelangte Leverrier zu einem Resultat, welches mit dem von Hansen gefundenen sehr genau

übereinstimmt, daß nämlich die Sonnen-Entfernung um ein Dreißigstel geringer sei, als man bisher angenommen.

Leverrier wurde aber auch noch von einer zweiten anderweitigen und von der ersten völlig unabhängigen Forschung zu ganz demselben Resultat geführt.

Es ist nämlich eine durch die Wissenschaft längst anerkannte und durch Beobachtung wie durch die Theorie sicher festgestellte Thatsache, daß jeder Planet des Sonnensystems den regelmäßigen Lauf aller anderen Planeten um die Sonne beeinflußt und bald fördernd, bald hindernd auf diesen Lauf einwirkt. — Nicht ein einziger aller Planeten geht so regelrecht in seiner Bahn um die Sonne, wie er gehen würde, wenn er alleiniger Bewohner des Sonnensystems wäre. Es wirkt vielmehr die Anziehungskraft jedes einzelnen auf alle übrigen Planeten, wie alle anderen auch auf seinen Lauf wirken, je im Verhältnis der Masse und der augenblicklichen Entfernung jedes einzelnen Himmelskörpers. In der Natur selbst gehören diese höchst verwickelten und durch einander wirkenden Anziehungen aller auf alle freilich zur Ordnung im Sonnen-Systeme. Eine viel höhere Rechnungsgabe, als wir Menschenkinder sie besitzen oder mindestens zur Zeit sie zu fassen imstande sind, wird ganz sicher aus der Anarchie all der unübersehbaren Einwirkungen die Ordnung herausfinden. Da wir aber dies nicht vermögen, helfen wir uns damit durch, daß wir zunächst jede Planetenbahn so berechnen, wie sie wäre, wenn der Planet allein um die Sonne ginge, und betrachten und berechnen jede Einwirkung, die ein Nachbar-Planet auf diesen Lauf ausübt, als eine Störung der Bahn.

Viele solche Störungs-Rechnungen sind nun schon im vorigen Jahrhundert mit dem Aufwand des feinsten Scharfsinns durchgeführt. So hat z. B. der große Laplace die Störungen, welche die zwei an Masse stärksten Planeten,

Jupiter und Saturn, gegenseitig auf ihren beiderseitigen Umlauf bewirken, in einer von allen seinen Zeitgenossen und allen seinen Nachfolgern bewunderten Weise berechnet. Leverrier selbst hat, wie wir schon wissen, im Jahre 1846 seinen Namen unsterblich gemacht durch eine Störungs-Rechnung, durch welche er die Existenz, die Entfernung, die Masse und sogar den Ort des Planeten Neptun nachwies. Störungs-Rechnungen sind daher auch noch heutigen Tages der Schlüssel zur Lösung verschiedener Himmels-Rätsel. Sie sind eine Stufe auf der großen Himmelsleiter des Geistes, auf welcher die unsterbliche Wissenschaft zu den Geheimnissen des Weltalls emporsteigt.

Eine solche Störungs-Rechnung stellte nun Leverrier an, um auszukundschaften, welche Einwirkung unsere Erde auf den Lauf ihrer Nachbar-Planeten Venus und Mars ausübt; und da fand sich das auffallende Resultat, daß die Erde eine größere Einwirkung ausübt, also eine stärkere Anziehungskraft besitzt, als man bis jetzt angenommen hatte.

Das Auffallende dieses Resultats liegt aber darin, daß die Anziehungskraft der Erde durch die genauesten Pendel-Versuche festgestellt und eine irrige Annahme hierin nicht obwalten kann. Es schien hier ein Widerspruch zwischen den irdischen und den himmlischen Messungen der Anziehungskraft der Erde obzuwalten, welcher der Wissenschaft ein neues Rätsel darbot. Allein wie all solche Rätsel fand auch dieses in der wahrheitsgetreuen Forschung der Naturwissenschaft nicht bloß seine Ausgleichung und Lösung, sondern zeigte eine neue Harmonie des Geistes, als man nur erst den richtigen Leitfaden hierzu ergriff.

Die Anziehungskraft der Erde erwies sich in den Himmelsräumen nur deshalb so groß, weil man diese Anziehungskraft der Erde stets gemessen nach der Anziehungskraft der Sonne. Die Anziehungskraft der Sonne aber ist abhängig von der

Sonnen-Entfernung. Ist diese Entfernung in Wahrheit geringer, als man sie bisher angenommen, so folgt daraus, daß man bisher auch die Masse der Sonne für zu groß annahm. — Dies erkannte nun Leverrier sofort. — Als er daher infolgedessen die Sonnen-Entfernung um $^1/_{30}$ der bisherigen Annahme verminderte, klärte sich das Rätsel auf, und es trat eine neue Harmonie an die Stelle des Widerspruches zwischen dem Schwung des Pendels und den Einwirkungen der Erdmasse auf die Bahnen von Mars und Venus.

So war die Lage der Dinge im Herbste des Jahres 1862, als der Himmel selber zu Gunsten seiner treuen Forscher durch eine Gelegenheit zum Erkunden der Wahrheit intervenirte und gleichzeitig ein vielverdienter Jünger der ewigen Wahrheit auf den Fittigen des Lichtes eine neue Geistes-Eroberung in Bezug auf die Erkenntnis der Sonnenferne machte.

VIII. Beobachtungen des Planeten Mars im Jahre 1862.

Im Herbst des Jahres 1862 wurde der Sternenhimmel bei hereinbrechendem Abend durch den rötlichen Lichtglanz des Planeten Mars verschönt. Den Planeten Mars in solcher Stellung zu sehen, in welcher er bei Sonnenuntergang im Osten aufgeht und durch die ganze Nacht am Himmel leuchtet, um im Westen unterzugehen, wenn die Sonne morgens im Osten emporsteigt, ist keineswegs ein seltenes Schauspiel, da es sich in 780 Tagen stets wiederholt; der Planet selbst indessen erscheint in solcher Stellung so verschieden an Glanz und Größe, daß es mit ihm doch eine besondere Bewandtnis haben muß.

Jedenfalls bemerkte damals jeder aufmerksame Laie, daß er diesen Planeten noch nicht so groß und leuchtend gesehen habe, und jeder Sternkundige würde die Versicherung haben hinzufügen können, daß dies seinen guten Grund habe.

Die Bahn des Mars nämlich weicht mehr als die irgend eines andern großen Planeten von der Form eines Kreises ab. Sie bildet eine verhältnismäßig sehr längliche Ellipse. Mars kommt daher der Sonne auf einen Teil seiner Bahn bis auf 6 Millionen Meilen näher als auf der andern. Es schwankt dessen Enfernung zur Sonne von $34^1/_2$ bis auf $28^1/_2$ Millionen Meilen. Da nun die Erde in ihrer Bahn in je 780 Tagen zwischen Sonne und Mars zu stehen kommt, so hängt auch die Entfernung zwischen Erde und Mars in dieser Stellung sehr von Umständen ab. Befindet sich Mars in solcher Zeit in seiner Sonnenferne und die Erde in ihrer Sonnennähe, so beträgt die Strecke zwischen Erde und Mars an 15 Millionen Meilen; ist jedoch das Entgegengesetzte der Fall, steht die Erde zwischen Mars und Sonne in der Zeit, wo die Erde der Sonne am entferntesten und Mars der Sonne am nächsten ist, so vermindert sich die Strecke zwischen Mars und Erde auf die Hälfte, so daß wir dem Planeten bis auf 7 Millionen Meilen nahe kommen.

Dieser seltene Fall war nun nahezu im Herbste des Jahres 1862 eingetreten; es ist daher natürlich, daß man den Planeten glänzender und größer als sonst am Himmel leuchten sah.

Was aber für den Laien ein bloßes interessantes Schauspiel, das ward für die Wissenschaft eine längst ersehnte Gelegenheit zur Durchforschung einer Wahrheit.

Nach den von Kepler entdeckten und durch Newton bewiesenen Gesetzen des Himmels besteht ein so sicheres Verhältnis zwischen den Umlaufszeiten und den Entfernungen aller Planeten zur Sonne, daß man die Sonnen-Entfernung sofort berechnen kann, sobald man nur imstande ist, die direkte Ent-

fernung irgend eines Planeten von der Erde durch Beobachtung zu ermitteln. Zu Gunsten dieser Ermittelung hat nun die Astronomie schon längst ihr Augenmerk auf Mars gerichtet und namentlich in den Zeiten, wo er der Erde am nächsten steht. Schon im Jahre 1671 wurde solch ein Moment zur Messung der Entfernung benutzt, deren Resultat freilich wegen der Unvollkommenheit der damaligen Meß-Instrumente sehr wenig genügen konnte. Unsere gegenwärtigen, sehr verbesserten Meß-Apparate ließen ein sichereres Ergebnis voraussehen, und darum wurde die günstige Gelegenheit im Herbste 1862 von allen vorzüglichen Sternwarten der Welt eifrig benutzt, um die Mars-Entfernung und durch diese die richtige Sonnen-Entfernung genauer kennen zu lernen.

Die Sternwarten von Berlin, Pulkowa (bei Petersburg), Greenwich, Leyden, Helsingfors, Williamstown (in Australien), Kapstadt, Madras und St. Jago verabsäumten nicht, ihre Beobachtungen anzustellen. Die Ergebnisse stimmen sehr merkwürdig überein, und auch aus ihnen folgt mit großer Zuversicht, daß der Planet Mars uns näher gestanden, als man aus den bisherigen Annahmen berechnet hatte, oder was ganz dasselbe ist, daß die Sonne nicht so entfernt von uns ist, als aus den Beobachtungen der letzten Venus-Durchgänge geschlossen wurde.

Bis so weit hat die Himmelskunde neuerer Zeit, von sehr verschiedenen Seiten ausgehend, die wissenschaftlichen Resultate früherer Jahrzehnte verbessert. Es hat die Himmelskunde sich in diesen interessanten Fällen selber korrigiert, wie das stets in einer so wahrheitsgetreuen Wissenschaft der Fall ist, die sich sorgsam vor Selbsttäuschungen bewahrt, weil sie nie andere durch vorgespiegelte Allwissenheit zu täuschen oder mit dem Glanz ihrer Ergebnisse zu blenden die Absicht hat. — Da trat denn auch noch ein ganz anderer Zeuge der Wahrheit auf, der durch ein merkwürdiges irdisches Experiment den

Himmels-Forschern neue Wege zu jetzt noch unübersehbaren Zielen eröffnet hat.

Dies neue Zeugnis der Wahrheit besteht in einer von Foucault (1819—1868) in Paris durch Experimente festgestellten Geschwindigkeit des Lichts, worüber wir in dem nächsten Abschnitt das Nähere berichten werden. Durch diese Experimente, die den unendlichen Wert haben, daß sie unausgesetzt wiederholt und ohne Schwierigkeit in ihren Resultaten korrigiert und bis zur vollendetsten Sicherheit der Ergebnisse gebracht werden können — ist die Sonnen-Entfernung in ganz anderer Weise meßbar geworden, als man bisher meinte, und auch aus diesen, auf der Erde anzustellenden Messungen hat sich dasselbe Resultat ergeben, daß bis auf die neuere Zeit die sämtlichen Entfernungen im Sonnen-System um $^1/_{30}$ zu groß angenommen worden sind.

IX. Die Geschwindigkeit des Lichts.

Um die Bedeutung der von Foucault gewonnenen Resultate über die Geschwindigkeit des Lichtes unsern Lesern vorführen zu können, müssen wir auf den geschichtlichen Verlauf zurückblicken, den die Erforschung auf diesem Gebiete überhaupt durchgemacht hat. Wir werden dadurch imstande sein, die Überzeugung zu gewähren, daß ein Experiment, in einem gewöhnlichen Zimmer angestellt, und die Messung einiger feinen Linien auf einem kleinen Glas-Streifen mittelst eines Mikroskops wirklich ausreichend ist, die Frage zu entscheiden, wie viel Millionen Meilen die Erde von der Sonne entfernt ist.

Bereits vor mehr als dritthalbhundert Jahren hegten denkende Menschen die richtige Vermutung, daß das Licht der

Himmelskörper wohl eine Zeit brauchen werde, um durch die Fernen des Weltraumes zu dringen. Die Akademie zu Florenz setzte daher einen Preis aus für die Lösung der Frage; allein die Lösung schien sich der menschlichen Erkenntnis ganz entziehen zu wollen. Wie sollte man es auch anstellen, Geschwindigkeiten, das heißt Raum-Veränderungen in Zeitteilen zu messen, wo voraussichtlich ganz unbegreiflich große Räume in unglaublich kleinen Zeiten durchschritten werden?

Da hat denn ein dänischer Naturforscher, Olav Römer, zu Paris im Jahre 1675 die interessante Entdeckung gemacht, daß der Himmel selber so gnädig sei, die Preisaufgabe durch ein sehr häufiges Experiment zu lösen, und wir keines Versuches, sondern nur des Verständnisses der Erscheinungen bedürfen, um die Lösung zu begreifen.

Olav Römer stellte nämlich mit Cassini (1625—1712) auf der Sternwarte zu Paris Beobachtungen an. In damaliger Zeit war die größte Aufmerksamkeit auf den Planeten Jupiter gerichtet, dessen vier Monde sofort nach Entdeckung und Gebrauch des Fernrohrs das Staunen aller Welt hervorriefen. Nun hatte Galilei, der Entdecker dieser Monde, bereits im Jahre 1610 bemerkt, daß jeder dieser Monde, wenn er zwischen Sonne und Jupiter steht, einen Schatten auf Jupiter werfe, und eben so jeder dieser Monde verfinstert und unsichtbar werde, sobald er in seinem Umlauf um Jupiter in dessen Schatten gerät.

Diese Finsternisse genau kennen zu lernen und die Zeit ihres Eintritts voraus zu berechnen, war in mehr als einer Hinsicht von der größten Wichtigkeit; wie denn auch gegenwärtig noch jeder Seefahrer in den Verfinsterungen der Jupiter-Monde ein vorzügliches Mittel besitzt, sich auf bahnlosem Meere zurecht zu finden. Es galt also, zur Zeit als Olav Römer seine Beobachtungen anstellte, genau die Zeit nach Minute und Sekunde vorauszuberechnen, wo solch eine Finsternis eintritt.

Die Rechnung an sich bot keine großen Schwierigkeiten dar,

da man die Umlaufszeiten der vier Monde sehr leicht bestimmen kann und es nur nötig ist, den Stand der Sonne und der Erde in Betracht zu ziehen, um die Lage des Schattens mit Sicherheit anzugeben. Allein zur Verwunderung Römers wollten seine Rechnungen nicht immer mit den Beobachtungen stimmen. Es traten diese Finsternisse zuweilen bis auf 8 Minuten 13 Sekunden zu früh, bald bis um dieselbe Zeit zu spät ein. Als aber Römer die Umstände, wo diese Unregelmäßigkeiten sich zeigten, näher in Betracht zog, kam er nicht bloß auf die wahre Ursache dieser Abweichung, sondern auch auf die Entdeckung, daß in derselben die Lösung einer für unlösbar gehaltenen Frage liege.

Die Erde kommt nämlich in ihrem Umlauf um die Sonne zu gewissen Zeiten so zu stehen, daß sie sich zwischen Sonne und Jupiter befindet; hier ist sie dem Jupiter am nächsten. Sechs Monate darauf hat sie aber ihren halben Umlauf gemacht, und steht jetzt, — da Jupiter sich in dieser Zeit nur ein kleines Stück in seiner Bahn bewegt — auf der andern Seite der Sonne; hier also ist sie dem Planeten Jupiter fast um den ganzen Durchmesser der Erdbahn entfernter, als vor einem halben Jahre. Die Verfinsterungen der Jupiter-Monde — so schloß nun Olav Römer sehr richtig — sind ein Schauspiel, das wir auf Erden einmal in der Nähe und einmal aus der Entfernung zu beobachten die Ehre haben. Wenn nun das Licht eine Zeit braucht, um sich durch den Weltraum fortzupflanzen, so ist es wohl klar, daß wir das Schauspiel am Jupiter früher müssen zu sehen bekommen, wenn wir ihm nahe, und später zur Zeit, wo wir ihm um den ganzen Durchmesser der Erdbahn entfernter sind. Hiernach also fand er es ganz erklärlich, weshalb diese Himmelserscheinungen, die an sich sehr regelmäßig vor sich gehen, sich scheinbar verfrühen und verspäten, wenn wir dem Ort der Erscheinung näher oder entfernter sind.

Diese Erklärung Römers bestätigte sich vollkommen durch die weiteren Beobachtungen. Es wächst wirklich die scheinbare Verspätung ganz regelmäßig mit der Entfernung der Erde vom Jupiter, und es tritt scheinbar eine stets wachsende Verfrühung der Erscheinungen ein, je mehr die Erde sich dem Jupiter wieder nähert. Der Eintritt sämtlicher Verfinsterungs-Erscheinungen im Jupiter-Gebiet ward hierdurch auch vollkommen berechenbar, sobald man nur die Nähe der Erde zu Jupiter mit in Betracht zog. Es war damit aber noch eine zweite Frage gelöst, die sich Römer eigentlich nicht gestellt hatte. Es erwies sich nämlich, daß die erwähnte Verfrühungs- und Verspätungszeit beisammen, die 16 Minuten 26 Sekunden betrug, eben die Zeit ist, die das Licht braucht, um die Strecke zu durchlaufen zwischen dem Punkte der Erdbahn, wo die Erde dem Jupiter nahe ist, bis zu dem Punkte, wo sie ihm am entferntesten ist. Diese Strecke ist aber der Durchmesser der Erdbahn. Man wußte also, daß die Geschwindigkeit des Lichtes so groß ist, daß es den Durchmesser der Erdbahn in Zeit von 16 Minuten 26 Sekunden durchläuft.

Die von Römer einmal gefundene Wahrheit ist eine Errungenschaft aller Zeiten geworden. Sie legte, wie jede wahrhafte Geistes-Eroberung, die weder auf Dichtung noch auf Täuschung beruht, den Grund zu weiteren Eroberungen, von welchen wir eine, die funfzig Jahre nach Römer gemachte Entdeckung der Aberration, hier noch werden vorführen müssen. Für jetzt wollen wir diesen Abschnitt nur mit der Bemerkung schließen, daß die früher allgemein angenommene Geschwindigkeit des Lichtes in einer Sekunde, die auf 41,900 Meilen angegeben wird, auf Römers Entdeckung beruht, und zwar unter der Voraussetzung, daß der Durchmesser der Erdbahn, also die doppelte Entfernung der Sonne, 41 Millionen Meilen beträgt. — Es folgt hieraus auch, daß, wenn die Sonnen-Entfernung nicht so groß ist, dann auch die Geschwindigkeit des Lichtes in einer Sekunde geringer sein müsse, und hieraus schon werden unsere

Leser erkennen, daß, wenn es gelingt, die Geschwindigkeit des Lichtes ohne Hilfe der Astronomie zu finden, man darin ein sicheres Mittel besitzt, die wahre Sonnen-Entfernung und überhaupt die sämtlichen Entfernungen innerhalb des Sonnensystems kennen zu lernen.

X. Bradley's Entdeckung.

Olav Römer's Entdeckung hatte, wie bereits erwähnt, noch eine zweite Entdeckung zur Folge, die wir gleichfalls unsern Lesern vorführen müssen.

Fünfzig Jahre nach der Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichtes stellte nämlich der englische Astronom Bradley (1692 bis 1762) den Versuch an, ob es ihm wohl gelingen würde, die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne an irgend einem Stern des Fixsternhimmels bemerklich nachzuweisen. Er ging hierbei von dem vollkommen richtigen Grundsatz aus, daß, wenn die kleine Scheinbewegung, die ein Fixstern in der entgegengesetzten Richtung zur wirklichen Bewegung der Erde alljährlich machen muß, mit unsern Instrumenten merklich und meßbar wäre, wir auch imstande sein würden, die Entfernung des Fixsterns von uns zu berechnen.

Das was Bradley suchte, die Meßbarkeit der Entfernung eines Fixsternes, fand er nicht. In der That ist die Entfernung selbst des uns wahrscheinlich nächsten Fixsternes im Sternbild des Centauren noch so groß, daß sie mit Bradley's Instrumenten nicht meßbar werden konnte. Aber wie so oft auf dem Wege zu einem wichtigen Ziele ward auch in diesem Falle von Bradley statt der vergeblich gesuchten Wahrheit unvermutet eine andere, nicht minder wichtige gefunden.

Diese neue von Bradley im Jahre 1725 gefundene Wahrheit lautet dahin, daß unser Auge und eben so jedes unserer Fernrohre die Fixsterne nicht an ihrer wahren Stelle sehen läßt, sondern stets ein wenig nach vorwärts geschoben zeigt in der Richtung, wohin sich gerade unsere Erde um die Sonne bewegt.

Die Richtigkeit dieses merkwürdigen Lehrsatzes läßt sich leicht einsehen, wenn man sich des folgenden Beispiels bedient.

Denken wir uns, daß jemand seitwärts an der Eisenbahn stehend, ein Pistol abschießt auf einen an ihm schnell vorüberfahrenden Eisenbahnwagen und nehmen wir an, daß die Kugel durch beide Wände des Wagens fliegt, so werden die zwei Löcher, welche die Kugel in den Wänden gemacht hat, den Weg bezeichnen, den sie in ihrem Lauf genommen. Untersucht man nun diesen Weg, so wird man finden, daß wenn auch die Kugel ganz senkrecht auf den Wagen abgeschossen wurde, doch die zwei Löcher keineswegs senkrecht zu den Wänden liegen, sondern daß das Loch in der ersten Wand, wo die Kugel in den Wagen hineindrang, mehr nach vorn liegt, als das in der zweiten Wand, wo sie wieder aus dem Wagen hinausflog.

Der Grund dieser Erscheinung läßt sich auch leicht erkennen, wenn man bedenkt, daß die Kugel, wenn sie auch mit großer Geschwindigkeit durch den Wagen flog, doch immer eine gewisse Zeit gebraucht hat, um von der einen Wand des Wagens zur andern zu fliegen; während dieser Zeit aber ist der Wagen ein kleines Stückchen vorwärts gefahren, ohne daß die Kugel an dieser Fahrt teilgenommen; so konnte also ganz natürlich die zweite Wand des Wagens nicht so weit vorne treffen als die erste.

Machen wir uns nun die Vorstellung, daß jemand, der im Wagen sitzt, untersuchen will, in welcher Richtung der Schuß gekommen, so wird er aus den beiden Löchern in der Wänden schließen, daß der Schuß in schiefer Richtung auf den

Bahnzug abgefeuert worden sein müsse, und zwar von einer Stelle aus, die vor dem Zuge gelegen. Nur derjenige, der die Geschwindigkeit des fahrenden Zuges und die Geschwindigkeit der Kugel mit in Rechnung bringt, wird die wahre Schußlinie von der scheinbaren zu unterscheiden wissen und die Richtung genau angeben können, von wo aus das Pistol auf den fahrenden Zug abgefeuert wurde. Diese Richtung wird stets hinter derjenigen liegen, auf welche eine gerade Linie durch die beiden Löcher des Wagens hindeutet, und das heißt nichts anderes, als daß ein Mensch, der bloß nach der Lage der zwei Löcher des Wagens urteilt, ohne die Geschwindigkeiten der Kugel und des Wagens in Betracht zu ziehen, dem Augenschein nach die Richtung der Kugel stets ein Stück nach vorwärts herausfinden wird, wohin der Zug sich bewegt.

In einem ganz gleichen Falle aber befinden wir Erdbewohner uns, wenn wir von unserm Wohnsitz aus, der mit uns eine jährliche Spazierfahrt um die Sonne macht, unser Auge zu den Fixsternen erheben, die unbekümmert um uns ihre Lichtstrahlen auf uns herabsenden. Der Lichtstrahl fliegt zwar außerordentlich geschwind, aber die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne ist doch dagegen nicht ganz geringfügig. Das Licht durchfliegt in einer Sekunde freilich mehr als 40 000 Meilen, wohingegen die Erde in ihrer Bahn nur 4 Meilen in derselben Zeit zurücklegt, das Licht ist also an zehntausend mal flinker als unsere Erde, aber trotz der großen Überlegenheit des Lichts ist doch der Lauf der Erde in dieser Beziehung nicht ganz unbemerkbar. Denken wir uns den Lichtstrahl eines Fixsterns wie eine Kugel senkrecht auf den Lauf der Erde abgeschossen, so wird er uns dadurch sichtbar, daß er die Vorderwand des Auges, die glashelle Hornhaut passiert und zur Hinterwand dringt, wo sich die Nerventapete ausbreitet. Der Raum zwischen diesen zwei Wänden

unseres Auges ist freilich sehr klein, nicht einmal ein Zoll groß, und die Zeit, mit welcher der Lichtstrahl diesen Raum durchfliegt, füllt noch nicht den zwölftausendmillionsten Teil einer einzigen Sekunde aus, und dennoch hat in dieser unfaßbar kleinen Zeit unser Auge nicht still gestanden, sondern ist mit der Erde ungefähr den dreizehntausendsten Teil einer Linie seitwärts fortgegangen. Der Lichtstrahl trifft also die Hinterwand des Auges unter einem andern Winkel als die Vorderwand, und da wir die Sterne stets in der Richtung sehen, in welcher ihre Strahlen unser Auge durchlaufen, vermögen wir eben so wenig ohne Berechnung der zwei Geschwindigkeiten die wahre Stelle eines Fixsternes anzugeben, so wenig jemand imstande ist, die Richtung der abgeschossenen Kugel auf den fahrenden Wagen zu bestimmen, wenn er nicht die Geschwindigkeit der Kugel und die des Wagens mit in Betracht zieht.

Was von unserm Auge gilt, gilt auch von dem Fernrohr, das wir auf einen Stern richten. In der kleinen Zeit, die das Licht braucht, um durch das Fernrohr zu gehen, rückt die Erde samt dem Fernrohr ein Stückchen weiter in der Bahn. Will man also einen Fixstern sehen, so muß man das Fernrohr um einen kleinen Winkel verschieben, dessen Maß abhängt von dem Verhältnis der beiden Geschwindigkeiten, der Licht- und der Erdgeschwindigkeit zu einander. Diese Thatsache und auch das Maß des Winkels hat nun schon der große Entdecker Bradley genau angegeben, so daß jeder Astronom noch heutigen Tages hierauf acht geben muß, sobald er irgend eine Himmelserscheinung genau feststellen will.

XI. Die Geschwindigkeit des Lichts und die Größe der Erdbahn.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt dargethan, wie die Entdeckung Bradley's von der Abweichung oder der Aberration des Lichtes auf den zwei Thatsachen, auf der Geschwindigkeit des Lichtes durch den Weltraum und der Geschwindigkeit der Erde in ihrem Umlauf um die Sonne beruht. Wir müssen aber nunmehr daran erinnern, daß die Kenntnis beider Geschwindigkeiten doch wiederum nur in einer und derselben Voraussetzung wurzelt, in der Voraussetzung nämlich, daß wir die Entfernung der Erde von der Sonne genau kennen.

Die Geschwindigkeit des Lichtes durch den Weltraum hat Olav Römer, wie wir bereits gezeigt haben, nur aus den Verfrühungen und Verspätungen geschlossen, in welchen uns die Verfinsterungen der Jupiter-Monde sichtbar werden, je nachdem die Erde dem Jupiter sich nähert oder von ihm entfernt. Aus dem gesamten Unterschied dieser Zeit, der 16 Minuten 26 Sekunden ausmacht, folgerte er sehr richtig, daß das Licht so viel Zeit brauche, den Unterschied in den Entfernungen zu durchlaufen, und da dieser Unterschied den ganzen Durchmesser der Erdbahn, oder die doppelte Entfernung der Erde von der Sonne beträgt, war er vollkommen berechtigt zu dem Schluß, daß das Licht so geschwind durch den Weltraum gehe, daß es die Entfernung zwischen Erde und Sonne in 8 Minuten 13 Sekunden durchlaufe.

Wie groß aber diese Entfernung sei? wieviel Meilen das Licht wirklich in jeder Sekunde durchlaufe? konnte Olav Römer nicht wissen und hat hierüber auch keine Zahl angegeben. Eben so wenig aber wie Römer's Entdeckung konnte Bradley's Entdeckung hierüber einen Aufschluß bieten. Bradley's Scharf-

sinn fand richtig heraus, daß die Geschwindigkeit des Lichtes in Verbindung mit der Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn eine bestimmte Abweichung des Lichtstrahls sowohl in unseren Augen, wie im Fernrohr zu Wege bringe. Er war auch imstande, das Maß dieser Abweichung genau und richtig anzugeben, weil er das Verhältnis beider Geschwindigkeiten zu einander kannte. Aber den absoluten Wert dieser Geschwindigkeiten, das heißt die Zahl der Meilen für eine Sekunde, vermochte auch er weder für das Licht noch für die Erde zu bestimmen, da zu beiden Angaben die Kenntnis der Sonnen-Entfernung nötig ist: zur Lichtgeschwindigkeit, weil Römer's Entdeckung nur lehrte, wie schnell das Licht den Durchmesser der Erdbahn durchläuft, gleichviel wie groß man denselben annimmt, und zur Erdgeschwindigkeit, weil sich der Umfang ihrer Bahn eben so wenig in Meilen bestimmen läßt, wenn man über die Meilenzahl ihrer Entfernung von der Sonne im Ungewissen ist, so wenig sich der Umfang eines Kreises angeben läßt, dessen Halbmesser unbekannt ist.

Bradley's große Entdeckung hat daher freilich die Entdeckung Römer's aufs glänzendste bestätigt. Ja, Bradley hat den Raum der Römerschen Entdeckung bis in die Unendlichkeit hinaus erweitert. Was Römer zeigte, betraf nur das Licht Jupiters und seiner Monde, oder richtiger: das Sonnenlicht, welches Jupiter samt seinen Monden zurückstrahlt, während Bradley den Beweis führte, daß das Licht sämtlicher Fixsterne, wie groß auch ihre unendliche Menge ist, und von wie unermeßlich fernen Räumen es zu uns gelangt, wie verschieden es auch an Glanz und an Farbe ist, gleichviel ob es herrührt aus der Milchstraßen-Region, der unser ganzes Sonnensystem als verschwindendes Pünktchen angehört, oder aus Nebelflecken stammt, die als ferne Milchstraßen unserm Auge erscheinen, — mit Einem Worte: Bradley zeigte, wie dasselbe Geschwindigkeitsgesetz des

Lichtes für alle Lichter des Himmels, aller Entfernungen, aller Zonen, ja sogar auch aller Zeiten gilt, denn unter den entfernten Fixsternen des Himmels sind auch solche, deren Licht viele Jahrtausende braucht, um zu uns zu gelangen. — Bradley's Entdeckung hat also das Gebiet der Wahrheit und der Erkenntnis weit über Räume und Zeiten hinausgetragen, zu welchen sich unsere Gedanken nur erheben können, wenn sie sich zur Unendlichkeit des Weltalls emporschwingen. Allein die Frage, die uns speziell interessiert, die Frage nach der absoluten, nach Zeit und Raum bestimmten Geschwindigkeit des Lichtes, und ebenso nach der absoluten, in gleicher Weise zu bestimmenden Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, konnte auch Bradley's Entdeckung nicht lösen, da zur Kenntnis beider absoluten Geschwindigkeiten die Kenntnis der absoluten in Meilen auszudrückenden Entfernung der Erde von der Sonne gehörte, eine Kenntnis, die zu Bradley's Zeiten noch nicht zu erreichen war.

Ja, das Streben, die absolute Geschwindigkeit des Lichts kennen zu lernen, mußte zu den Zeiten Römer's und Bradley's noch ein viel größeres als vorher geworden sein; denn mit der Beantwortung dieser Frage wäre ja auch eine andere Frage, die nach der Entfernung der Erde von der Sonne gelöst, um welche sich nachweisbar beide genannten Forscher sehr eifrig bemüht haben.

Wenn man aber schon vor den Zeiten Römer's an dem Gedanken verzweifelte, die Geschwindigkeit des Lichtes durch ein irdisches Experiment kennen zu lernen, mußte man nach der Entdeckung Römer's solchen Gedanken gewiß als einen Wahn aufgeben. Man wußte durch Römer's Entdeckung, daß das Licht in 8 Minuten 13 Sekunden von der Sonne bis zu uns kommt, man wußte aber auch schon durch Messungen, die der Freund Römer's, der ältere Cassini in Paris angestellt hatte, daß die Sonne ganz gewiß mehr als achtzehn Millionen

Meilen von uns entfernt sein müsse. Hieraus war man also schon damals imstande zu schließen, daß das Licht in einer einzigen Sekunde jedenfalls mehr als dreißigtausend Meilen dahin fliegt. Wie sollte man solchen Flug auf unserer Erde messen, die in ihrem ganzen Umfang nur 5400 Meilen beträgt, einen Raum, den das Licht in einer einzigen Sekunde achtmal durcheilt?

In der That finden wir keine Spur in der Geschichte der Wissenschaft, daß sich der Menschengeist bis auf unsere Zeit daran gewagt hätte, solche Geschwindigkeiten auf Erden messen zu wollen. Erst als die merkwürdige Zwillingsschwester des Lichtes, als die Elektrizität vor dem Geiste der Menschen sich zu enthüllen begann und kühner Forschertrieb und treue Wahrheitsliebe auf die Vermutung kam, daß auch in dieser jetzt so dienstbar gewordenen Botin des Menschengeistes eine Schnelligkeit waltet, die der des Lichtes, der Botin des Himmels, wohl gar den Preis ablaufen könnte; erst da geriet man nach kühnen Versuchen über die Geschwindigkeit der Elektrizität auf Experimente, die zur Messung der Geschwindigkeit des Lichtes führten, und zwar zu Experimenten, welche, wie wir nunmehr zeigen werden, den Raum eines Zimmers hinreichend machen, Geschwindigkeiten zu messen, für welche man bis dahin nur Welträume ausreichend erachtet hatte.

XII. Wie man größte Räume durch kleinste Zeitteilchen messen kann.

Der Plan, Geschwindigkeiten, wie die des Lichts, durch irdische Experimente messen zu wollen, wurde in der That erst wieder aufgenommen, nachdem einer der scharfsinnigsten Ge-

lehrten Englands, der Naturforscher Wheatstone, einen genialen Apparat ersonnen hatte, die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes zu messen.

Der elektrische Strom hatte sich nämlich aus Versuchen, die man in England bereits in den Jahren 1745—1750 angestellt hatte, als unmeßbar schnell ergeben. Man machte die Erfahrung, daß, wenn man einen elektrischen Funken in einem Metalldraht fortleitete, er am andern Ende des Drahtes, wie lang dieser auch gewählt wurde, stets augenblicklich zum Vorschein kam, und hieraus schloß man, daß der elektrische Strom eine viel zu große Geschwindigkeit habe, um mit unseren Apparaten gemessen werden zu können. Sollte ein Versuch derart gelingen, so mußte ein Apparat ersonnen werden, der Unterschiede der kleinsten Zeitteilchen einer Sekunde merkbar machte, und dergleichen schien zu den Unmöglichkeiten zu gehören.

Da trat denn Wheatstone im Jahre 1825 zunächst mit einem Versuche auf, der den Beweis lieferte, wie im Bereich der Naturwissenschaften die sogenannten Unmöglichkeiten sich oft gar leicht lösen lassen, sobald sie nur nicht dem Gebiet der Unwahrheiten angehören. Er stellte einen höchst einfachen Apparat her, der es vorerst zweifellos machte, daß selbst der millionste Teil einer einzigen Sekunde für uns einen merkbaren, ja sogar meßbaren Zeitabschnitt ausmacht.

Wheatstone's Apparat bestand aus einem kleinen Spiegel von der Größe eines Thalers, der mit großer Geschwindigkeit um eine aufrecht stehende Axe gedreht wurde. Brachte man in einem finstern Zimmer das Auge an den Spiegel und besah durch denselben die Flamme eines brennenden Lichtes, so erschien sie natürlich, sobald der Spiegel gedreht wurde, als langer Lichtstreifen, wie ja bekanntlich im drehenden Spiegel jedes Bild, das man in demselben sieht, einen Rundlauf zu machen scheint. Nun aber ließ Wheatstone an die Stelle des Kerzen-

lichtes einen elektrischen Funken treten und sagte sich ganz richtig, wenn dieser Funke auch nur eine ganz kleine Weile leuchtet, so wird während dieser Zeit mein Spiegel eine kleine Drehung machen, und ich muß also auch den Funken wie einen kleinen Lichtstreifen zu sehen bekommen. — Der angestellte Versuch ergab aber, daß dies nicht der Fall war. Wie schnell auch der Spiegel gedreht wurde, jeder elektrische Funke wurde nur als Funke und nie als Lichtstreifen gesehen. Hieraus schloß Wheatstone mit vollster Gewißheit, daß ein elektrischer Funke, der namentlich, wenn er hell und stark ist, auf unser Auge oft so wirkt, daß wir ihn nach vielen Sekunden noch zu sehen glauben, dennoch nur äußerst kurze Zeit existiert, eine gar so kurze Zeit, daß die Drehung des Spiegels während derselben völlig unmerklich wird.

Dieser Apparat, der fast wie ein Kinderspiel einfach ist, hat den geistvollen Erfinder auf Schlüsse von der weitgreifendsten Bedeutung geführt. Vor Allem wurde die Geschwindigkeit der Umdrehung des Spiegels geregelt und gemessen, und nach den Gesetzen der Optik berechnet, wie kurz die Zeitdauer eines elektrischen Funkens mindestens sein muß, wenn er bei einer gegebenen Umdrehungs-Geschwindigkeit des Spiegels immer noch als Funke und nicht als Streifen erscheint. Das Resultat war freilich ein negatives. Auch bei der allergrößten Geschwindigkeit, mit der der Spiegel gedreht wurde, erschien der Funke stets als Funke, und nicht als Streifen, und dies gab den Beweis, daß die Zeitdauer eines elektrischen Funkens für unsere Wahrnehmung fast Null ist. Als in späteren, mit verbesserten Apparaten angestellten Versuchen Wheatstone's die Geschwindigkeit des Spiegels sich noch mehr steigerte, erschien der Funke zwar etwas verlängert, diese Verlängerung war aber so gering, daß er auch hieraus die wirkliche Dauer des elektrischen Funken nicht bestimmen konnte. Aber diese negativen Resultate hatten den unendlich wichtigen, positiven Wert, daß man nun-

mehr die Grenze der Meßbarkeit kleiner Zeitteilchen kennen lernte, denn die Theorie ergab, daß, wenn ein Funke auch nur eine Dauer hat, die den millionsten Teil einer einzigen Sekunde ausmacht, dies durch den Drehspiegel nicht nur merkbar, sondern auch meßbar werden müsse.

Dies war der erste derartige Versüch Wheatstone's, der die Möglichkeit einer unglaublich erscheinenden Zeitmessung beweist. Wheatstone ging aber noch weiter und führte auf diesem Wege eine Messungs-Methode ein, die, auf die Geschwindigkeit des Lichtes angewendet, von der weitgreifendsten Bedeutung wurde.

Um diese Erweiterung in Wheatstone's Apparat deutlich zu machen, wollen wir uns vorstellen, daß wir nicht einen, sondern zwei elektrische Funken in einem Zimmer erzeugen, und die Einrichtung so treffen, daß beide Funken in gerader senkrechter Linie unter einander zu stehen kommen, so daß sie beide wie der nebenstehende Doppelpunkt (:) erscheinen. Betrachten wir solch zwei zugleich erzeugte Funken mit bloßem Auge, so haben wir nicht den geringsten Maßstab des Urteils darüber, ob sie auch wirklich gleichzeitig entstanden sind, oder ob der eine um ein kleines Zeitteilchen früher da ist als der andere. Nehmen wir aber zum Drehspiegel unsere Zuflucht, und blicken wir unter geeigneten Vorrichtungen durch diesen auf die zwei Funken, so werden wir eines ganz anderen Urteils fähig. Entstehen nämlich wirklich die zwei Funken gleichzeitig, so werden wir sie im Drehspiegel ebenfalls grade einen über dem andern stehend erblicken. — Kommt aber einer der Funken etwas später als der andere, so macht der Spiegel in der Zwischenzeit eine Drehung, und der später erscheinende Funke wird nicht mehr in gerader, senkrechter Linie mit dem früheren, sondern von diesem ab seitwärts geschoben erscheinen, so daß die zwei Funken in folgender Stellung (.·) im Spiegel gesehen werden.

Dieser Versuch mit zwei Funken oder, genauer noch, mit drei Funken wurde von Wheatstone angestellt, um zu sehen, ob sich ein Funke verspätet, wenn er einen langen Draht zu durchlaufen hat. Der Drehspiegel hatte dabei eine solche Geschwindigkeit, und die Anstellung des Versuchs war so genau, daß eine Verspätung eines Funkens von einem millionsten Teil einer einzigen Sekunde schon eine merkbare und meßbare Verschiebung zu Wege brachte. Der Versuch ergab denn auch wirklich, daß die Elektrizität eine Zeit braucht, um durch einen längeren Draht zu gehen, daß diese Zeit es bewirkt, daß der aus dem Draht austretende Funke sich verspätet gegen den Eintrittsfunken, und also seitwärts verschoben im Drehspiegel erscheint; und aus der Größe dieser Verschiebung gewann Wheatstone das Resultat, daß die Geschwindigkeit der Elektrizität so groß ist, daß sie an 60,000 Meilen in der Sekunde durchläuft, eine Zahl, die in den letzten Jahren als zu hoch gegriffen erkannt worden ist, da die Geschwindigkeit der Elektrizität derjenigen des Lichts gleich ist.

Die Vorarbeiten in der Messung unendlich großer Räume durch unendlich kleine Zeit-Abschnitte gingen den neuesten Forschungen des Lichtes voran, die wir jetzt vorführen wollen.

XIII. Fizeau's Messungen der Geschwindigkeit des Lichtes.

Nachdem Wheatstone's Versuch die Möglichkeit dargethan hatte, unbegreiflich kleine Zeit-Abschnitte zur Messung unbegreiflich großer Geschwindigkeiten zu benutzen, ließ sich's wohl voraussehen, daß man die Geschwindigkeit des Lichtes bald

ebenso werde durch ein Experiment meßbar machen können, wie die Geschwindigkeit der Elektrizität. Gleichwohl verging fast ein Menschenalter, ehe sich die Naturforscher auch dieser Aufgabe bemächtigten.

Der Erste, der einen glücklich erdachten, wenn auch nicht von wissenschaftlich wichtigen Erfolgen begleiteten Versuch zur Messung der Lichtgeschwindigkeit anstellte, war der französische Naturforscher Fizeau. Obwohl dieser Versuch gegenwärtig durch Foucault's Arbeiten überflügelt worden ist, verdient doch die Methode von Fizeau volle Anerkennung, weshalb wir es nicht verabsäumen wollen, sie unseren Lesern vorzuführen.

Fizeaus Apparat beruhte auf folgendem Prinzip. Er bestand aus einem Fernrohr, durch welches man auf einen Spiegel blicken konnte, der in einer Entfernung von einer Meile aufgestellt war. Seitwärts vom Fernrohr war eine hellleuchtende Lampe angebracht, welche einen Lichtstrahl in das Fernrohr warf, daselbst aber befand sich ein so geneigter Spiegel, daß er den Lichtstrahl auffing und denselben nach dem entfernten Spiegel reflektierte, von wo ab er wieder zurückgestrahlt wurde und ins Fernrohr zurückkam. Blickte man nun durch das Fernrohr, so sah man das Licht der danebenstehenden Lampe, aber nicht direkt, sondern auf einem Umweg. Der Lichtstrahl mußte nämlich erst seitwärts ins Fernrohr eindringen, sodann mußte er den Weg von dem Fernrohr durch die ganze Meile hin machen, wo der Spiegel aufgestellt war, von hier aus wurde er ins Fernrohr hinein zurückgestrahlt, er mußte also noch eine Meile Wegs zurücklegen und konnte nun erst von dem Auge gesehen werden, das man an das Fernrohr anlegte.

Nun aber brachte Fizeau an seinem Fernrohr noch folgende Vorrichtung an. Er ließ in dasselbe den Rand eines gezahnten Rades hineinragen, das an die Stelle, wo der Lichtstrahl vom Fernrohr zum entfernten Spiegel und vom Spiegel zurück zum

Fernrohr wandert, bald einen Zahn, bald eine Lücke treten ließ, wenn es gedreht wurde. Stellte man einen Zahn des Zahnrades an diesen Punkt, so konnte kein Licht zum entfernten Spiegel dringen und natürlich auch keins zurückstrahlen. Stellte man eine Lücke des Zahnrades an diesen Punkt, so hatte der Lichtstrahl die freie Passage hin und zurück, und wurde von dem Auge in dem Fernrohr gesehen.

Wenn aber das Zahnrad gedreht wurde und abwechselnd bald Zahn bald Lücke an dem Punkte stand, den der Lichtstrahl sowohl auf dem Hin-, wie auf dem Rückwege zu durchlaufen hatte, so stellte sich Folgendes heraus. Wenn das Rad langsam gedreht wurde, ging der Lichtstrahl durch eine Lücke hin und kam flugs so schnell wieder zurück, daß er noch durch dieselbe Lücke gesehen werden konnte. Beim langsamen Drehen hatte das schnelle Licht vollauf Zeit zur Hin- und Rückfahrt, ehe noch ein Zahn des Zahnrades auf die Lücke folgte, um dem Licht den Heimweg abzuschneiden. Begann man jedoch das Rad schnell und schneller zu drehen, so kam es dahin, daß der Lichtstrahl zwar durch jede Lücke hin zum Spiegel wanderte, aber wenn er zurückkam, fand er seinen Weg durch einen Zahn versperrt, so daß das Licht nicht bis zum Auge des Beobachters gelangen konnte. — Man sah also in diesem Falle gar kein Licht, weil jeder Lichtstrahl, der durch eine Lücke seine Hinreise machte, bei seiner Heimkehr auf einen Zahn fiel. Trieb man aber die Schnelligkeit des Rades noch weiter, so gelangte man wieder an eine Grenze, wo das Auge des Beobachters das Licht sehen konnte, denn der Lichtstrahl, der durch eine Lücke des Zahnrades hinging, fand, sobald das Rad schnell genug gedreht wurde, bei seiner Rückkehr eine Nachbarlücke, durch die es hindurch konnte. In solchem Falle konnte natürlich Fizeau mit Bestimmtheit sagen: der Lichtstrahl braucht genau so viel Zeit, um die Meile hin- und zurückzulaufen, wie das drehende Rad braucht, um eine Lücke an die

Stelle der Nachbarlücke treten zu lassen. Fizeau brauchte daher nur die Geschwindigkeit der Drehung des Zahnrades zu messen, sodann die Zeitteilchen zu bestimmen, in welchen bei bestimmter Geschwindigkeit die Zahnlücken auf einander folgen, um angeben zu können, wie geschwind jeder Lichtstrahl die zwei Meilen durchwandert.

Wie sich's von selbst versteht, waren an Fizeau's Apparat auch all die Vorrichtungen angebracht, die nötig sind, um die Umdrehung des Rades, wie das Folgen der Zähne und Lücken aufeinander genau zu bestimmen. Man konnte durch diese Vorrichtungen auch die Geschwindigkeit der Rad-Umdrehung so regulieren, daß, während der Lichtstrahl seinen Lauf hin und zurück durch die zwei Meilen machte, mehrere Zähne oder Lücken den Durchgangspunkt passierten und beliebig dem Lichtstrahl die Rückkehr versperrten oder frei ließen. — Aus wiederholten Versuchen ergab sich denn, daß das Licht eine Zeit von circa dem ein und zwanzigtausendsten Teil einer Sekunde gebraucht habe, um die Strecke von zwei Meilen zu durchlaufen oder genauer, daß das Licht in $^1/_{18144}$ Sekunden durch 17266 Meter ging, was so ungefähr mit der Lichtgeschwindigkeit übereinstimmte, welche man bis dahin auf astronomischem Wege bestimmt hatte.

Das Sinnreiche in dem Versuche von Fizeau hat, als er damit auftrat, mit Recht volle Anerkennung gefunden. Obwohl diese Versuche jetzt sehr überflügelt sind, läßt sich wohl voraussehen, daß einmal Verbesserungen an Fizeau's Apparat auch wissenschaftlich strengere Resultate würden ergeben können. Der Hauptsache nach aber konnte der Versuch wegen vieler Umstände nicht auf jene Genauigkeit Anspruch machen, um durch ihn astronomische Angaben zu verbessern. Eine Entfernung von einer Meile ist für feine Messungen eine zu unsichere Größe; Zähne und Lücken eines Rades mögen wohl bei noch so feiner Arbeit stets Unsicherheiten in Beobachtung von Licht-

strahlen darbieten; hauptsächlich aber ist die Empfindlichkeit eines solchen Apparates sehr gering im Vergleich mit der eines Drehspiegels, wie ihn Wheatstone zur Messung der Elektrizitäts-Geschwindigkeit angewendet hatte. Wir werden daher sehen, wie Foucault, der diesen Weg Wheatstone's wieder aufnahm, zu glücklicheren und wichtigeren Resultaten als seine Vorgänger in der Messung der Lichtgeschwindigkeit gelangen konnte.

XIV. Genauere Bestimmung der Licht-Geschwindigkeit.

Die Erfindung Wheatstone's, sich eines drehenden Spiegels zur Messung großer Geschwindigkeit in sehr kleinen Zeiten zu bedienen, wurde unseres Wissens schon einmal um das Jahr 1840 von Arago in Paris auf das Licht angewendet, um zu ermitteln, ob sich ein Lichtstrahl verspäte, wenn er durch Wasser geleitet wird, im Vergleich mit einem Lichtstrahl, der durch die Luft seinen Weg nimmt. — Der Aragosche Versuch scheint indessen auf Schwierigkeiten gestoßen zu sein, die sein Ergebnis unsicher machten, weshalb denn auch jetzt des Versuches, der anfangs viel versprechend zu sein schien, keine weitere Erwähnung geschieht. Der Naturforscher Foucault in Paris hatte indessen in späterer Zeit die Erfindung Wheatstone's wieder aufgenommen und durch verbesserte Einrichtungen eine Messung der Lichtgeschwindigkeit bewerkstelligt, welche an Feinheit kaum etwas zu wünschen übrig läßt.

Um unseren Lesern eine Vorstellung von diesen Messungen zu geben, wollen wir zunächst bemerken, daß der ganze Apparat Foucault's im Raume eines gewöhnlichen Zimmers auf-

gestellt ist, also der weiten Strecken, wie der Versuch von Fizeau, nicht bedarf; auch sind die Messungen Foucault's mittelst eines Mikroskops ausgeführt, das große Feinheiten der Messungen zuläßt. Der Apparat selbst besitzt folgende Einrichtung.

Vor einem Mikroskop, an das der Beobachter sein Auge bringen kann, befindet sich ein kleiner, von Sonnenstrahlen beleuchteter Glasspiegel mit Silberbelegung, in welchem äußerst feine, senkrechte Striche gezogen sind, die $^1/_{10}$ Millimeter, also etwa in der Breite eines feinen Menschenhaares von einander abstehen. Beim Blick durch das Mikroskop sieht man diese Striche, die von einem der vorzüglichsten Mechaniker in Paris mit großer Genauigkeit gezeichnet sind, sehr deutlich und vermag ihre Lage mit großer Schärfe zu messen. Wir nennen diese Spiegelplatte mit den feinen Strichen: das Seh-Zeichen.

Drei Fuß ab von diesem Seh-Zeichen befindet sich ein kleiner, aufrecht stehender Spiegel, welcher durch ein Triebwerk von großer Gleichmäßigkeit um eine senkrechte Axe gedreht werden kann. Für den Augenblick wollen wir annehmen, daß der Spiegel, den wir fortan Drehspiegel nennen wollen, nicht gedreht wird und sich in einer Stellung befindet, wo er das Licht des Seh-Zeichens wiederspiegelt und auf einen ihm gegenüberstehenden Hohlspiegel wirft, der in etwa zwölf Fuß Entfernung aufgestellt ist. Von diesem Hohlspiegel aus hat das Licht aber noch weitere Wanderungen durch vier andere Hohlspiegel zu machen, die in gleich weiter Entfernung von 12 Fuß einander gegenüberstehen und so eingerichtet sind, daß sie das Licht der Reihe nach, von einem zum andern spiegeln, bis es an den fünften Hohlspiegel kommt. Dieser ist so senkrecht zum Lichtstrahl gestellt, daß er das Licht genau in derselben Linie zurückwirft, wie er es empfangen, und somit einen Rücklauf des Lichtes durch die ganze Reihe der Hohlspiegel

veranlaßt, durch welche es wieder heimkehrend auf die Fläche des Drehspiegels gelangt. Denken wir uns den Drehspiegel noch immer ruhend, so wird das rückkehrende Bild des Seh-Zeichens genau mit dem Seh-Zeichen zusammenfallen und durch das Mikroskop betrachtet nur einfach und in der ursprünglichen Lage erscheinen. Sobald jedoch der Drehspiegel in Umdrehung versetzt wird, findet das Licht des Seh-Zeichens, wenn es aus den Hohlspiegeln wieder heimkehrt, den Drehspiegel nicht mehr an derselben Stelle als auf der Hinreise. Der Drehspiegel hat in der geringen Zeit, die das Licht zur Durchwanderung der Strecke zwischen allen Spiegeln hin und zurück gebraucht, eine kleine Wendung gemacht und wirft den heimkehrenden Strahl nicht mehr in derselben Linie zurück, wie er ihn empfing. Es fallen demnach die Bilder des Seh-Zeichens nicht mehr auf einander, sondern das heimkehrende Bild ist wegen der Drehung des Spiegels ein wenig verschoben. Indem man nun diese Verschiebung genau durch das Mikroskop mißt, vermag man bei genauer Kenntnis der Geschwindigkeit, mit der der Drehspiegel gedreht wurde, die Zeit zu berechnen, die das Licht gebraucht hat, um die Wanderung hin und zurück durch die ganze Strecke zu machen, die zwischen all den Spiegeln liegt.

Es versteht sich von selbst, daß die Genauigkeit all der nötigen Messungen abhängig ist von der Feinheit sämtlicher Teile des Apparates und der Schärfe, die sie für die Beobachtung gewähren. Da nun die Leistungen des Apparates sehr zuverlässig waren, konnte das Resultat im Vergleich mit dem von Fizeau ein genaueres sein. Die Rechnung ergab nach sehr fleißig wiederholten Messungen, daß das Licht in einer Sekunde rund 298 000 Kilometer oder 40 367 geographische Meilen durchläuft.

So hat denn ein Experiment, angestellt im Raume eines Zimmers, durch eine Messung von haarfeinen Strichen, über

eine Frage entschieden, die Erscheinungen betrifft, welche im weiten Himmelsraum spielen, und Fernen in sich begreift, zu welchen sich nur der Geist der Wissenschaft erhebt, die kühn über Zeiten und Räume ihre Bahnen verfolgt. Das Merkwürdigste aber ist hierbei die Übereinstimmung, die sich auch hieraus ergiebt, daß man bis jetzt die Sonnen-Entfernung zu groß angenommen und darum bisher die Geschwindigkeit des Lichtes zu hoch berechnet hat. Die Geschwindigkeit des Lichtes, wie sie Foucault durch seine Versuche festgestellt, entspricht ganz und gar den Resultaten all der bereits angeführten, neuen astronomischen Forschungen, nach welchen die früher angenommene Entfernung der Sonne von der Erde um $1/_{30}$ vermindert werden muß.

XV. Schlußbetrachtung.

Die Übereinstimmung, welche sich in den neuesten Ergebnissen der Naturforscher über die Sonnen-Entfernung zeigt, gewährt eine Bürgschaft für die Sicherheit des Resultats, wie sie in solchem Grade selten auf wissenschaftlichem Gebiete zu erreichen ist. Es liegt aber auch in dieser Übereinstimmung ein Zeugnis für die Wahrhaftigkeit des Strebens der Naturwissenschaft, wie es in so glänzender Weise in keinem andern Zweige der menschlichen Forschung nachzuweisen ist.

Die Sicherheit des Resultats betreffend brauchen wir nur darauf hinzuweisen, wie es äußerst selten in der Wissenschaft vorkommt, daß irgend eine Frage auf fünf verschiedenen Wegen, die zu einander in keiner Beziehung stehen, gelöst werden kann. Man hält in der Regel schon jedes wissenschaftliche Resultat für sehr zuverlässig, wenn zwei verschiedenartige

Methoden ein übereinstimmendes Ergebnis liefern, wodurch die möglichen Fehler und Irrtümer der einen Methode durch die andere korrigiert würden. Fünf unabhängig von einander unternommene Untersuchungen, die zu einem und demselben Resultate führen, gewähren schon eine Zuversicht, die jeden Zweifel niederschlägt.

Mehr aber noch als diese Zuversicht des wissenschaftlichen Resultates ist die Wahrheitstreue erfreulich, welche in all solchen Fällen zum Ruhme der Naturwissenschaft an das Licht tritt.

Vergleichen wir nämlich diese Wissenschaft, wie sie sich auf dem Boden der thatsächlichen Wirksamkeit hält, mit irgend einer anderen, die auf spekulativen Grundsätzen beruht, so nehmen wir wahr, daß im Reiche der Naturwissenschaft der Fortschritt in der immer wachsenden Genauigkeit besteht, mit welcher die Erscheinungen beobachtet werden, und mit der man Schlüsse zu ziehen imstande ist, die der Wahrheit immer näher und näher kommen. Hier ist eine neue Methode der Untersuchung nicht eine Verwerfung, sondern eine Verbesserung der älteren. Betreten auf dem Gebiete der Naturwissenschaft verschiedene Forscher verschiedenartige Bahnen zu einem Ziele, so wird jeder von ihnen nur dann sein gefundenes Resultat für sicher halten, wenn es nicht in Widerspruch, sondern in Übereinstimmung steht mit den gefundenen Resultaten der anderen. In den sogenannten spekulativen Wissenschaften ist gerade das Gegenteil der Fall. Ein jeder Forscher philosophiert nicht nur in eigener Weise fort, sondern sieht den Wert seiner Philosophie darin, daß sie durchaus anders sei, als die seines Vorgängers. Er beginnt die ganze Wissenschaft immer noch einmal von vorne und baut sein System stets nur auf, damit dieses, wie die Erfahrung lehrt, von seinem Nachfolger nicht fortgebaut, sondern umgestoßen und auf Grund neuer spekulativer Ideen ganz neu wieder aufgerichtet werde.

Der siegreiche Gang der Naturwissenschaft beruht denn auch in der That in diesem stetigen Fortbau der Wahrheit, in dem, was in Wirklichkeit eine volle Geschichte des Fortschrittes bereits aufzuweisen hat. Was beispielsweise zur Erforschung der Sonnen-Entfernung Tycho vermutet, was Cassini erstrebt, was Halley gehofft, was Encke berechnet, was Hansen verbessert, was Leverrier korrigiert, was neuere Messungen der Mars-Entfernung ergeben und Foucault's Experimente lehren, all' das sind immer fort und fort stete Näherungen zur Wahrheit. Jeder Schritt im Tempel des wahren Wissens entscheidet Fragen, ohne einen Streit zu entzünden, und betreten verschiedene Jünger verschiedene Pforten, so wird es als höchster Triumph der Wissenschaft und als Zeugnis ihres wahrhaften Strebens betrachtet, wenn sie zusammentreffend zum gemeinsamen Ergebnis gelangen.

Diese herrliche Harmonie, die wir als beste Bürgschaft der Wahrheit und edelstes Zeugnis des fortschreitenden Wissens zu betrachten haben, legt uns aber auch ganz besonders die Pflicht auf, die höchste Achtung und treueste Verehrung derjenigen Wissenschaft und all ihren Trägern und Jüngern zu zollen, die die Grundbasis all unserer Natur-Erkenntnis, ja die all unseres realen Wissens bildet. Die Astronomie, die Kenntnis des unendlichen Weltbaues, die Einsicht in die Fernen, zu denen der Menschenblick nur mit Scheu sich emporrichtet, die Erklärung der Erscheinungen, von denen der Geist der Menschen durch Jahrtausende in demutsvoller Unwissenheit zagend stand, die Lehren der Bewegungen, deren Rätsel zu enthüllen einst Vermessenheit erschien, die Bestimmung von Kräften und Wirkungen, von Fernen und Geschwindigkeiten, zu welchen sich sonst die menschliche Phantasie nicht empor gewagt; die Astronomie ist die Urquelle des wahren Fortschrittes schon von allen Zeiten her, und sie ist gegenwärtig auch der Beleg und der Prüfstein der meisten

Wahrheiten, die wir auf dem Gebiete des realen Wissens erringen.

Wir haben in unserem Thema mehrfach der Störungs-Rechnungen gedacht, durch welche sowohl Hansen wie Leverrier auf die erwähnten Resultate über die Sonnen-Entfernung geführt worden sind. Wir haben hier in unserer Schlußbetrachtung die Pflicht es auszusprechen, daß keine dieser Rechnungen möglich gewesen wäre und ebenso keine in irgend einem Punkte hätte eine Entscheidung gewähren können, wenn den rechnenden Astronomen nicht als Belege und Prüfsteine ihrer kühnen Kombinationen die fleißigsten Beobachtungen zu Gebote gestanden hätten, welche auf den Sternwarten durch lange Jahrzehnte ganz objektiv und ohne jede vorgefaßte Meinung angestellt und mit Sorgsamkeit notiert werden. Diese unzähligen Beobachtungen und Messungen, die an sich nur Thatsachen feststellen, ohne zunächst Folgerungen daraus zu ziehen, bilden die feste Grundlage, auf die allein der später auftretende, rechnende Denker sich zu stützen vermag, wenn er von neuen Ideen erfaßt nach neuen Aufschlüssen und Entdeckungen strebt. Die unausgesetzten Messungen auf den europäischen Sternwarten im Verein mit den Messungen aller besseren Observatorien fremder Weltteile sind Registrierungen thatsächlicher Erscheinungen, die den Leitfaden geistiger Forschungen abgeben für oft erst sehr spät ans Licht tretende Folgerungen und Erkenntnisse. Es ist ein Ineinanderwirken und eine Gemeinsamkeit der Leistungen, deren Frucht erst die kommenden Zeiten genießen, wenn nach der Feststellung der Wirklichkeit der Erscheinungen die Geister auftreten, welche die Gesetze derselben zu entwickeln, die Rätsel zu lösen verstehen.

Die Astronomie ist eine der unbezwinglichsten Fortschritts-Wissenschaften von Alters her. Sie ist es, die den Schein zerstört, die das Vorurteil am gründlichsten vernichtet, die den

Menschengeist am kühnsten von den Schranken des Wahns und des Aberglaubens frei macht und die zu allen Zeiten Trost, Erholung und Erhebung bietet, wenn man in düstern, geistbedrückenden Verhältnissen und herzbekümmernden Zuständen bei ihr Zuflucht sucht!

Möge, wie in ihrem Bereiche, auch auf jedem geistigen Gebiete des menschlichen Fortschrittes die Zeit ungetrübter Wahrheiten bald nahen!

Druck von G. Bernstein in Berlin.